

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP2005/022272

International filing date: 05 December 2005 (05.12.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-369716
Filing date: 21 December 2004 (21.12.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 19 January 2006 (19.01.2006)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 4 年 1 2 月 2 1 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 3 6 9 7 1 6

パリ条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号

The country code and number
of your priority application,
to be used for filing abroad
under the Paris Convention, is

J P 2 0 0 4 - 3 6 9 7 1 6

出 願 人
Applicant(s): 松下電器産業株式会社

2 0 0 5 年 1 2 月 2 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

中 嶋



【書類名】 特許願
【整理番号】 2040260118
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G06F 15/177 674
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 吉田 篤
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 青木 勝司
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 荒木 昭一
【特許出願人】
 【識別番号】 000005821
 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100109210
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 新居 広守
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 049515
 【納付金額】 16,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0213583

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

複数のカメラ端末が協調して動作することによって監視対象領域を撮影する監視システムにおける 1 台のカメラ端末であって、

撮影領域の位置と撮影範囲を変更する機能を有するカメラと、

前記撮影領域の位置と前記撮影範囲とを特定する情報を他のカメラ端末と送受信する通信手段と、

各カメラ端末が監視すべき撮影領域を監視担当領域とした場合に、前記通信手段で受信された他のカメラ端末からの情報に基づいて、自カメラ端末の監視担当領域が他のカメラ端末の監視担当領域または前記監視対象領域の境界線と隙間なく隣接するように自カメラ端末の監視担当領域を決定するとともに、前記監視担当領域全体が撮影されるように前記撮影領域の位置または前記撮影範囲を制御する調整手段と

を備えることを特徴とするカメラ端末。

【請求項 2】

前記調整手段は、

他のカメラ端末の中から撮影領域が所定の範囲に存在するカメラ端末を選別する協調監視メンバ選択部と、

前記協調監視メンバ選択部で選ばれたカメラ端末の撮影領域の位置と撮影範囲を特定する情報を前記通信手段で受信して記憶する協調監視メンバ記憶部と、

前記監視対象領域の位置と範囲を記憶する監視対象領域マップ記憶部と、

前記協調監視メンバ記憶部に記憶された情報と前記監視対象領域マップ記憶部に記憶された前記位置と前記範囲に基づいて、自カメラ端末の監視担当領域が他のカメラ端末の前記監視担当領域または前記監視対象領域の境界線と隙間なく隣接するように自カメラ端末の監視担当領域を決定する監視担当領域決定部と、

決定された前記監視担当領域全体を前記カメラが有する撮像面に映すための焦点距離を算出する撮影範囲決定部と、

前記撮影範囲決定部によって算出された焦点距離となるように前記カメラの焦点距離を制御するカメラ制御部とを有する

ことを特徴とする請求項 1 記載のカメラ端末。

【請求項 3】

前記監視担当領域決定部は、自カメラ端末の前記撮影領域に定められた第 1 基準点と前記協調監視メンバ選択部において選別された他のカメラ端末の撮影領域内に定められた第 2 基準点とを結ぶ線分の垂直二等分線または前記監視対象領域の境界線により前記第 1 基準点を取り囲む領域を監視担当領域として決定する

ことを特徴とする請求項 2 記載のカメラ端末

【請求項 4】

前記第 1 基準点は、自カメラ端末の前記撮像面の中心に映し出される前記監視対象領域上の座標である

ことを特徴とする請求項 3 記載のカメラ端末。

【請求項 5】

前記第 1 基準点は、自カメラ端末の撮影領域の中心座標である

ことを特徴とする請求項 3 記載のカメラ端末。

【請求項 6】

前記調整手段はさらに、自カメラ端末の監視担当領域が前記監視担当領域に隣接する監視担当領域の大きさに近づくように撮影領域の位置を決定する監視担当領域比較評価部を有し、

前記カメラ制御部は前記監視担当領域比較評価部によって決定された撮影領域の位置に近づくように前記カメラを制御する

ことを特徴とする請求項 1 記載のカメラ端末。

【請求項 7】

前記監視担当領域比較評価部は、前記基準点から前記監視担当領域の各境界線までの距離が等しくなるように前記基準点を動かすことにより、前記撮影領域の位置を決定することを特徴とする請求項 6 記載のカメラ端末。

【請求項 8】

前記監視担当領域比較評価部は、自カメラ端末の監視担当領域が前記協調監視メンバー選択部によって選別されたカメラ端末の監視担当領域の大きさに近づくように前記撮影領域の位置を決定する

ことを特徴とする請求項 6 記載のカメラ端末。

【請求項 9】

複数のカメラ端末が協調して動作することによって監視対象領域を撮影する監視システムであって、

複数の請求項 1 記載のカメラ端末と、

前記複数のカメラ端末を接続する通信路と
を備えることを特徴とする監視システム。

【請求項 10】

複数のカメラ端末を用いて監視対象領域を撮影する監視システムであって、

複数のカメラ端末と、

前記複数のカメラ端末の撮影領域の位置または撮影範囲を調整する調整装置と、

前記複数のカメラ端末と前記調整装置とを接続する通信路とを備え、

前記複数のカメラ端末は、それぞれ、

撮影領域の位置と撮影範囲を変更する機能を有するカメラと、

前記調整装置と通信する通信手段とを有し、

前記調整装置は、各カメラ端末が監視すべき撮影領域を監視担当領域とした場合に、前記通信手段で受信された前記複数のカメラ端末からの情報に基づいて、前記複数のカメラ端末のそれぞれについて、一のカメラ端末の監視担当領域が他のカメラ端末の監視担当領域または前記監視対象領域の境界線と隙間なく隣接するように前記一のカメラ端末の監視担当領域を決定するとともに、前記監視担当領域全体が撮影されるように前記一のカメラ端末の撮影領域の位置または前記撮影範囲を制御する

ことを特徴とする監視システム。

【請求項 11】

複数のカメラ端末を協調して動作させることによって監視対象領域を撮影する監視方法であって、

各カメラ端末が監視すべき撮影領域を監視担当領域とした場合に、前記複数のカメラ端末のそれぞれが、他のカメラ端末からの情報に基づいて、自カメラ端末の監視担当領域が他のカメラ端末の監視担当領域または前記監視対象領域の境界線と隙間なく隣接するように自カメラ端末の監視担当領域を決定するとともに、前記監視担当領域全体が撮影されるように自カメラ端末の撮影領域の位置または撮影範囲を制御するステップを含む

ことを特徴とする監視方法。

【請求項 12】

複数のカメラ端末が協調して動作することによって監視対象領域を撮影する監視システムにおける 1 台のカメラ端末のためのプログラムであって、

請求項 11 記載の監視方法に含まれるステップをコンピュータに実行させる
ことを特徴とするプログラム。

【書類名】明細書

【発明の名称】カメラ端末および監視システム

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数のカメラで監視対象領域を撮影する監視システムおよびその監視システムを構成しているカメラ端末に関し、特に、監視対象領域全体をくまなく撮影する監視システム等に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、主に監視用途に利用される複数のカメラを用いた監視システムに対する研究開発が盛んに行われている。複数のカメラによる監視においては、監視を行う対象となる領域（監視対象領域）全体に対して死角となる領域がより少なくなる状態を維持するという第1の要求と、さらに監視対象領域内に存在する対象物に対して詳細な撮影情報を取得するという第2の要求を達成できることが求められる。

【0003】

従来の複数のカメラを用いた装置では、各カメラの撮影領域の位置と撮影範囲を自動調整することにより、上記の2つの要求を達成している。そのような複数のカメラを用いた代表的な従来装置としては、特許文献1および特許文献2に示されるものがある。

【0004】

まず、特許文献1に示される従来の装置について説明する。図24は上記特許文献1に記載されたカメラの撮影領域を自動調整する装置を示す図である。

【0005】

図24において、検出カメラ装置9010では、カメラ9011および反射鏡9012により、広い撮影領域にわたって検出対象を撮影し、移動物体抽出部9013が撮影した同画像より検出対象を抽出し、位置情報抽出部9014が同検出対象の位置情報を抽出するため、検出カメラ装置9010は、広い検出領域にわたって検出対象の位置情報を取得する。判定カメラ装置9020では、カメラ制御部9022が検出対象の位置情報をもとにカメラ9021の旋回角および俯角およびズーム比率を制御し、判定カメラ装置9020は、検出対象の拡大画像を撮影するため、検出対象の詳細な情報を取得する。

【0006】

図25は、検出カメラ装置9010および判定カメラ装置9020の検出領域を示す図である。図25において、黒丸は検出カメラ装置9010の設置位置を示し、同検出カメラ装置9010は固定されたカメラである。円または六角形は各検出カメラ装置9010の撮影領域を示す。図25に示されるように、各検出カメラ装置9010を人為的に規則正しく設置すれば、監視する対象領域である検出対象領域内を死角なく常時検出することが可能になる。

【0007】

つぎに、特許文献2に示される従来の装置について説明する。図26は上記特許文献2に記載されたカメラの撮影領域を自動調整する装置を示す図である。

【0008】

図26において、広い撮影領域にわたって対象物を撮影する目的を負う移動物体検出用カメラ9211は、姿勢制御手段9212により自身の撮影領域を変更し、対象物の拡大画像を撮影する目的を負う監視用カメラ9221は、姿勢制御手段9222により自身の撮影領域を変更する。各カメラの撮影領域は、画像処理装置9240において、移動物体検出用カメラ9211が撮影した画像から抽出した検出対象の位置および各カメラの撮影領域から、カメラ画角記憶手段9231およびカメラ画角記憶手段9232に予め記憶させた情報をもとに、決定される。

【0009】

この従来の装置による各カメラの撮影領域決定方法を説明する。図27、図28および図29は各カメラの撮影領域決定方法を説明するための図であり、数個のブロック画像に

分割した移動物体検出用カメラ9211が撮影した画像を示している。まず、移動物体検出用カメラ9211の撮影領域は以下のように決定される。図27の斜線で示されるブロックに検出対象が存在する場合には、それぞれのブロック位置が図27に示されるブロック位置と対応している図28の各ブロックに記載した矢印の方向が示す方向に移動物体検出用カメラ9211の姿勢を変化させ、同カメラの撮影領域を変更する。各ブロック位置に対応した移動物体検出用カメラ9211の撮影領域は予め人間が決定しており、同情報はカメラ画角記憶手段9231に予め設定されている。次に、監視用カメラ9221の撮影領域は以下のように決定される。図29に示されるブロック位置に検出対象が存在する場合には、破線で示した撮影領域になるよう監視用カメラ9221の姿勢を変化させ、同カメラの撮影領域を変更する。各ブロック位置に対応した監視用カメラ9221の撮影領域は予め人間が決定しており、同情報はカメラ画角記憶手段9232に予め設定されている。

【0010】

上記従来の複数のカメラを用いた装置の特徴についてここにまとめる。

まず、特許文献1に示される従来の装置では検出カメラ装置9010が、特許文献2に示される従来の装置では移動物体検出用カメラ9211が、広範囲の領域に対して検出対象を検出する役割を負い、特許文献1に示される従来の装置では判定カメラ装置9020が、特許文献2に示される従来の装置では監視用カメラ9221が、検出対象の拡大画像のような、検出対象の詳細な情報を取得する役割を負う。このように従来技術では、各カメラは予め役割が決められており、一方の役割を負うカメラが上記第1の要求を達成し、もう一方の役割を負うカメラが上記第2の要求を達成している（従来技術の特徴1）。

【0011】

また、特許文献2に示される従来の装置では、例えば、移動物体検出用カメラ9211の撮影領域は、図27の左上ブロックに監視対象があるという状況変化に対し、図28の左上ブロックに示されるような左上方向に移動した検出領域に変更するように、予め人間が想定し作成した状況に対してカメラの振る舞いを定義したテーブル形式の情報をもとに各カメラの撮影領域を決定し調整する（従来技術の特徴2）。

【0012】

また、特許文献1に示される従来の装置は、図25に示されるように、予め人間が規則的な位置に固定カメラを設置することにより、上記第1の要求が達成されている（従来技術の特徴3）。

【特許文献1】特許第3043925号公報（図1、図6）

【特許文献2】特許第3180730号公報（図1、図7～図9）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

しかしながら、従来の装置のように、予め想定されている状況に対してカメラの振る舞いを逐一定義したテーブル等を用意することで各カメラの撮影領域の調整を行う場合（上記従来技術の特徴2）には、想定される全ての状況に対してカメラの振る舞いを記述したテーブル等を用意しておくことが必要となる。また上記の定義内容は、検出対象領域の位置や広さ、想定される状況変化、各カメラを設置する位置や台数等に依存しており、これらに変更などがあった場合には、その度にテーブルの内容を作成し直す必要がある。この作業は、カメラ台数が増えれば増えるほど煩雑であり、それに対するコストや負荷は膨大なものとなる。ビル内のカメラを用いた監視システムなどでは、10数台のカメラを用いることはごく一般的である。

【0014】

また、従来の装置では、予め人間が規則的な位置に固定カメラを設置することにより上記第1の要求は達成されているが（上記従来技術の特徴3）、カメラが1つでも故障した場合には、もはや上記第1の要求を達成することはできない。仮に、図30に示されるように、検出カメラ装置9010の数を増やすことにより、うち1つが故障した場合でも死

角なく検出対象領域を覆うことはできるが、非効率と言わざるを得ない。

【0015】

そこで、本発明は、上記従来の課題を解決するものであり、人間が予め想定される状況に対してカメラの振る舞いテーブルに記述しておく必要がなく、かつ、故障や保守点検等により一部のカメラが停止した場合であってもシステム全体としては監視対象領域をくまなく撮影し続ける監視カメラ、および監視システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0016】

上記目的を達成するために、本発明に係るカメラ端末は、複数のカメラ端末が協調して動作することによって監視対象領域を撮影する監視システムにおける1台のカメラ端末であって、撮影領域の位置と撮影範囲を変更する機能を有するカメラと、前記撮影領域の位置と前記撮影範囲とを特定する情報を他のカメラ端末と送受信する通信手段と、各カメラ端末が監視すべき撮影領域を監視担当領域とした場合に、前記通信手段で受信された他のカメラ端末からの情報に基づいて、自カメラ端末の監視担当領域が他のカメラ端末の監視担当領域または前記監視対象領域の境界線と隙間なく隣接するように自カメラ端末の監視担当領域を決定するとともに、前記監視担当領域全体が撮影されるように前記撮影領域の位置または前記撮影範囲を制御する調整手段を備えることを特徴とする。これによって、複数のカメラ端末は、それぞれ、他のカメラ端末と通信しながら自律協調的に動作し、各監視担当領域を覆うので、結果として、監視対象領域全体がくまなく同時に撮影されることになる。また、一部のカメラ端末が故障して撮影できない事態が発生しても、各カメラ端末は、他のカメラ端末と通信することで監視担当領域を決定し、その監視担当領域を覆うように撮影領域の位置と範囲を調整するので、撮影可能なカメラ端末だけによって監視対象領域がくまなく撮影される。

【0017】

ここで、前記調整手段は、他のカメラ端末の中から撮影領域が所定の範囲に存在するカメラ端末を選別する協調監視メンバ選択部と、前記協調監視メンバ選択部で選ばれたカメラ端末の撮影領域の位置と撮影範囲を特定する情報を前記通信手段で受信して記憶する協調監視メンバ記憶部と、前記監視対象領域の位置と範囲を記憶する監視対象領域マップ記憶部と、前記協調監視メンバ記憶部に記憶された情報と前記監視対象領域マップ記憶部に記憶された前記位置と前記範囲に基づいて、自カメラ端末の監視担当領域が他のカメラ端末の前記監視担当領域または前記監視対象領域の境界線と隙間なく隣接するように自カメラ端末の監視担当領域を決定する監視担当領域決定部と、決定された前記監視担当領域全体を前記カメラが有する撮像面に映すための焦点距離を算出する撮影範囲決定部と、前記撮影範囲決定部によって算出された焦点距離となるように前記カメラの焦点距離を制御するカメラ制御部とを有する構成とすることができる。これによって、焦点距離の調整、つまり、ズームングによって各カメラ端末が各監視担当領域を撮影するので、監視対象領域が死角なく撮影される。

【0018】

なお、前記監視担当領域決定部は、自カメラ端末の前記撮影領域に定められた第1基準点と前記協調監視メンバ選択部において選別された他のカメラ端末の撮影領域内に定められた第2基準点とを結ぶ線分の垂直二等分線または前記監視対象領域の境界線により前記第1基準点を取り囲む領域を監視担当領域として決定するのが好ましい。具体的には、前記第1基準点が自カメラ端末の前記撮像面の中心に映し出される前記監視対象領域上の座標となるように監視担当領域を決定したり、前記第1基準点が自カメラ端末の撮影領域の中心座標となるように監視担当領域を決定するのが好ましい。これによって、各監視担当領域の大きさが均一化され易くなり、解像度等において、バランスのとれた撮影が可能となる。

【0019】

たとえば、前記調整手段はさらに、自カメラ端末の監視担当領域が前記監視担当領域に隣接する監視担当領域の大きさに近づくように撮影領域の位置を決定する監視担当領域比

較評価部を有し、前記カメラ制御部は前記監視担当領域比較評価部によって決定された撮影領域の位置に近づくように前記カメラを制御する。その制御としては、前記監視担当領域比較評価部が、前記基準点から前記監視担当領域の各境界線までの距離が等しくなるように前記基準点を動かすことにより、前記撮影領域の位置を決定したり、前記監視担当領域比較評価部が、自カメラ端末の監視担当領域が前記協調監視メンバー選択部によって選別されたカメラ端末の監視担当領域の大きさに近づくように前記撮影領域の位置を決定するのが好ましい。これによって、各監視担当領域の大きさが均一化され、各撮影領域で撮影される画像の大きさや詳細度が略等しくなるとともに、監視対象領域全体がくまなく撮影され、異常事態を容易に発見できる監視システムが実現される。

【0020】

なお、本発明は、カメラ端末として実現できるだけでなく、カメラ端末から構成される監視システムとして実現したり、複数のカメラ端末を用いる監視方法として実現したり、カメラ端末等に組み込まれるプログラムとして実現することもできる。また、各カメラ端末に調整手段を設ける分散制御型の構成だけでなく、複数のカメラ端末が通信ネットワークを介して接続された共通の調整手段によって制御される集中管理型の構成をとってもよい。さらに、本発明に係るプログラムをCD-ROM等の記憶媒体やインターネット等の伝送媒体を介して配信できることは言うまでもない。

【発明の効果】

【0021】

本発明に係る自律協調型の監視システムによれば、監視対象領域全体を撮影するために十分な台数のカメラ端末が監視対象領域内を撮影可能な方向に設置された場合に、互いの撮影領域の位置関係から各自が監視を担当する監視担当領域を決定し、さらに自身の監視担当領域全体が映るように焦点距離等を調節することにより、監視対象領域内に死角領域をつくることなく、各カメラ端末の撮影領域の位置と撮影範囲が自動的に決定される。

【0022】

このため、従来のようにカメラの設置位置や設置方向などの条件または周囲の環境などによって想定される全ての状況に対して各カメラの振る舞いを決めたテーブル等を用意しておく必要がなく、かつ、故障や保守点検等によって任意のカメラ端末の撮影領域が消失した場合や、パンチルト等の動作によって撮影領域の位置が変化する場合においても、他のカメラ端末と協調して撮影領域の位置と撮影範囲を変更することによって監視対象領域全体の監視が維持される。

【0023】

よって、本発明により、監視対象領域全体の常時撮影が保障され、特に学校やビル等における不審者の監視用システムや、交差点や公園などの広範囲撮影システムといった公共の場所の監視、さらに家庭内の様子を複数のネットワークカメラ等を用いて監視する室内遠隔監視システム等としてその実用的価値が高い。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

（実施の形態1）

以下、本発明における実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0025】

図1は本発明の実施の形態1における監視システムの構成を示すブロック図である。この監視システムは、通信ネットワーク112と、監視対象となる領域（監視対象領域130）全体を撮影するために十分な台数のズーム制御可能な複数のカメラ端末110から構成され、各カメラ端末110の設置方向が撮影領域140A～Nが互いに所定の間隔において並ぶように調整されている場合に、各カメラ端末の設置位置と設置方向に合わせて監視対象領域130全体が映し出されるように、各カメラ端末110の撮影範囲を自動的に調整する点に特徴を有する。

【0026】

カメラ101は、監視対象領域130内の映像を取り込むためのCCDカメラ等である

。調整部102は、カメラ101が監視を担当する領域（監視担当領域150A～Nの1つ）を決定し、撮影領域140（撮影領域140A～Nのうちの1つ）が監視担当領域150（対応する監視担当領域150A～Nのうちの1つ）全体を映像に取り込むように撮影範囲の調整を行う処理部である。通信部103は、カメラ端末110が通信ネットワーク112を介して他のカメラ端末110と情報のやりとりを行うための通信インターフェイスである。通信ネットワーク112は、複数のカメラ端末110を結ぶ伝送路である。監視対象領域130は、複数のカメラ端末110から構成される監視システムが監視対象としている領域である。撮影領域140A～Nは、複数のカメラ端末110により撮影されている領域である。監視担当領域150A～Nは、カメラ端末110が撮影を担当する領域である。

【0027】

なお、本図では、説明の簡略化のために、監視対象領域130、撮影領域140A～N、監視担当領域150A～Nの範囲が1次元的な直線で表現されているが、1次元以上の平面や曲面、立体的な形状で表現される領域も、それぞれ、監視対象領域130、撮影領域140A～Nおよび監視担当領域150A～Nの対象に含まれる。

【0028】

図2（a）は、カメラ101の内部構成を示すブロック図である。レンズ201は、像を結像させるためのレンズ等である。撮像部202は、レンズ201で結像した像を撮影するCCD等の素子である。画像処理部203は、撮像部202で撮影された画像を処理する処理部である。焦点制御部204は、レンズ201と撮像部202の間隔を変更するステッピングモータ等の機構であり、図2（b）に示されるように、レンズ201と撮像部202との間隔（焦点距離）を増減させることによってカメラ101の撮影領域140の撮影範囲の変更を行う機構部である。なお、カメラ101により撮影されている撮影領域140の位置の算出方法については後述する補足説明1において説明する。

【0029】

図3は、調整部102の内部構成を示すブロック図である。

協調監視メンバ選択部211は、自身の撮影領域140の位置から所定の範囲内を撮影している他のカメラ端末110を協調監視メンバとして選択する処理部である。

【0030】

協調監視メンバ記憶部212は、協調監視メンバ選択部211で選ばれた協調監視メンバ（他のカメラ端末110）から通知された情報を記録するメモリ等である。

【0031】

監視対象領域マップ記憶部213は、監視対象領域130の範囲を定義した地図データを記憶するメモリ等である。また監視対象領域マップ記憶部213に記憶されている地図データの一例を図4に示す。図4の地図データでは、位置を決定するための座標軸（x、y、z）ごとに監視すべき範囲を定義することで監視対象領域130を表現している。なお地図データとしては、図4に示した記述方法以外であってもカメラ端末110が撮影すべき範囲を特定できる記述方法であればよい。また、地図データは予め与えられた情報以外にも、監視システムの作動中にカメラ自身が撮影した周囲の環境映像から、画像処理や認識処理等によって作成した地図データを用いてもよい。

【0032】

監視担当領域決定部214は、カメラ端末110自身の撮影領域140の位置情報と、協調監視メンバ記憶部212に記憶されている他のカメラ端末110の撮影領域140の位置と撮影範囲を特定する情報と、監視対象領域マップ記憶部213に記録されている地図データとを基に、他のカメラ端末の前記監視担当領域または監視対象領域の境界線と隙間なく隣接するように監視担当領域150を決定する処理部である。

【0033】

撮影範囲決定部215は、監視担当領域決定部214で決定された監視担当領域150全体を撮影するための焦点距離を算出する処理部である。

【0034】

カメラ制御部216は、カメラ101の制御内容を決定する処理部である。

次に図1、図2、図3に示した構成からなる複数のカメラ端末110を、図5(a)に示される矩形の床面を持つ部屋に配置した場合を例に挙げて、各カメラ端末110および監視システム全体の動作手順について説明する。

【0035】

まず、実施の形態1におけるカメラ端末110の設置条件について説明する。

図5(a)に示されるように、カメラ端末110の台数については、監視対象領域130をくまなく撮影するために十分な台数のカメラ端末110が設置されている。例えば、図5(b)に示されるように、カメラの画角が最大の時に、撮像部202の撮像面が監視対象領域130に対して平行になる状態で撮影された撮影領域140の面積（最大撮影面積）の9分の1の大きさを基準撮影面積とすると、監視システムには各カメラ端末110の基準撮影面積の総和が監視対象領域130の面積より大きくなるような台数だけ、カメラ端末110が用意されているものとする。

【0036】

またカメラ端末110は天井の端に沿って設置されており、床面を監視対象領域130として、これをくまなく撮影するために、各カメラ端末110の視線方向は、図5(a)に示されるように、互いのカメラの視線と監視対象領域130の交わる点が監視対象領域130内に格子状に並ぶように調整されているものとする。

【0037】

ここで、本実施の形態において、基準領域の大きさを最大撮影面積の9分の1の大きさとした理由は、撮影領域140が隣接する同じ性能の他のカメラ端末が故障等した場合において、カメラ端末110の撮影領域の面積を9倍以上に拡大することで故障したカメラ端末の撮影領域の撮影を補うことができるからである。

【0038】

図5(a)に示されるように、設置位置が天井の端に限定して設置した場合、床全体を撮影するためには各カメラ端末110の視線の角度（俯角）が異なってしまう。このため、同じ画角であってもカメラ端末110ごとに撮影領域140の大きさが異なるため、監視対象領域130をくまなく撮影するためにはカメラ端末110ごとに撮影領域140の位置にあわせて撮影範囲の調整が必要となる。

【0039】

次に、図6に示されるフローチャートを用いて各カメラ端末110の動作手順について説明する。

【0040】

まず、通信部103は、通信ネットワーク112を介して監視システム内の通信可能な全てのカメラと互いの撮影領域140の位置と撮影範囲の特定に関する情報を通信しあう（ステップ101）。

【0041】

次に、協調監視メンバ選択部211は、通信部103が受け取った他のカメラ端末110の情報を利用して、監視対象領域130上においてカメラ端末110自身の撮影領域140の位置から所定の範囲内を撮影している他のカメラ端末110を協調監視メンバとして選別し、選別した相手の情報を協調監視メンバ記憶部に記憶する（ステップ102）。

【0042】

ここでの協調監視メンバの選別の過程を、図7を用いて説明する。図7は複数のカメラ端末110によって監視対象領域130が撮影されており、その中のカメラ端末Aが協調監視メンバを選別している様子を示している。本図において、図1と同様の構成要素については同じ記号を付与し、説明を省略する。協調監視メンバ選択範囲131はカメラ端末110が協調監視メンバを選別する際に基準とする領域の範囲である。

【0043】

図7においてカメラ端末Aの動作に注目すると、カメラ端末Aは、カメラ101の視線の先（撮影画像の中心部に映し出される場所）を中心とした半径Rの同心円状の領域を協

調監視メンバ選択範囲131とし、視線の先（撮影画像の中心部に映し出される場所）が協調監視メンバ選択範囲131内にある他のカメラ端末110を協調監視メンバに選ぶ。なお、この例では、協調監視メンバ選択範囲131をカメラ101の視線の先（撮影画像の中心部に映し出される場所）を中心とした円状の領域を例に挙げたが、視線の先（撮影画像の中心部に映し出される場所）以外にも撮影領域の中心座標等を協調監視メンバ選択範囲131の中心として用いてもよい。また協調監視メンバ選択範囲131の形状は円形以外にも楕円や多角形などの形状を取ってよい。

【0044】

次に、監視担当領域決定部214は、協調監視メンバに選ばれたカメラ端末110の撮影領域に関する情報を用いて監視担当領域150を決定する。（ステップ103）。

【0045】

ここで、監視担当領域決定部214において監視担当領域150を決定する過程を、図8を用いて説明する。図8において、図1、図7と同じ構成要素については、同じ記号を付与し説明を省略する。本図において、カメラ端末Aに注目すると、カメラ端末Aは図7で選別された他のカメラ端末110の視線の先（撮影画像の中心部に映し出される場所）と、カメラ端末A自身の視線の先（撮影画像の中心部に映し出される場所）を結ぶ線分に対して垂直二等分線を引き、自身の視線の先（撮影画像の中心部に映し出される場所）を取り囲む垂直二等分線または監視対象領域130の境界線によって決められる領域を監視担当領域150とする。なお、図8では、1台のカメラ端末Aに注目して見た時に決定される監視担当領域150の様子が示されたが、監視システムとしては、各カメラ端末が独立に監視担当領域150を決定することにより、監視対象領域130はカメラ端末110の台数と同じ数の監視担当領域150に分割される。また、図8では視線の先（撮影画像の中心部に映し出される場所）を基準として監視担当領域150が決定されたが、視線の先（撮影画像の中心部に映し出される場所）以外にも撮影領域の中心座標等を基準として監視担当領域150を決定してもよい。

【0046】

次に、撮影範囲決定部215は、監視担当領域150全体が映る状態で撮影領域140の面積が最も小さくなる時の焦点距離（目標焦点距離）を求め、カメラ制御部216は、カメラ端末の焦点距離がその目標焦点距離に近づくように、カメラ101を制御する（ステップ104）。撮影範囲決定部215における目標焦点距離の具体的な算出方法については後述する補足説明2において説明する。

【0047】

このような本実施の形態における構成と手順によれば、複数の各カメラ端末110は、互いの撮影領域の位置または撮影範囲の特定に関する情報を通信しあうことで各自の監視担当領域150を決定し、さらに自身の監視担当領域150全体を覆うように撮影領域140の撮影範囲を調整することにより、監視対象領域130全体をくまなく撮影をおこなう。

【0048】

図9および図10に、実施の形態1における複数のカメラ端末110から構成される監視システムの動作例を示す。これらの図において、図1と同じ構成要素については同じ番号を記載し説明を省略する。

【0049】

図9（a）は、部屋の床面を監視対象領域130として、室内の様子を撮影するために6台のカメラ端末110A、110B、110C、110D、110E、110Fが室内の任意の場所に設置されている様子を示している。また、6台のカメラ端末110は、監視対象領域130をくまなく撮影するために十分な台数であり、図5（b）に示されるように、カメラの画角が最大の時に、撮像部202の撮像面が監視対象領域130に対して平行になる状態で撮影された撮影領域140の面積の9分の1の大きさを基準撮影面積とすると、6台のカメラ端末110の基準撮影面積の総和は監視対象領域130の面積より大きいものとする。

【0050】

また、各カメラ端末110の視線方向は、各カメラ端末110の視線と監視対象領域130が交わる点が監視対象領域130内に格子状に並ぶように調整されているものとする。

【0051】

図9(a)に示された6台のカメラ端末は、通信ネットワーク112を介して撮影領域140に関する情報を通信しあい、監視担当領域決定部214によって監視担当領域150を決定する。これにより監視対象領域130は、図9(b)に示されるように、各カメラ端末110A~Fがそれぞれ担当する監視担当領域150A~Fに分割される。

【0052】

次に図10を用いて、各カメラ端末110A~Fが撮影領域を変更する様子について説明する。ここで、撮影領域140A~Fは、それぞれ、各カメラ端末110A~Fの撮影領域である。撮影範囲決定部215により、各カメラ端末110A~Fに対して、監視担当領域全体が映る状態において撮影領域140の面積が最も小さくなる時の焦点距離(目標焦点距離)が求められ、カメラ制御部216、焦点制御部204により、焦点距離が調整されることで、図10(b)に示されるように、監視対象領域(床面)全体がくまなく撮影される。

【0053】

以上のように、本実施の形態の監視システムによれば、所定の監視対象領域130に対して適当な設置位置と設置方向に複数のカメラ端末110を設置した場合において、各カメラ端末110の撮影範囲を予め調整しなくても、複数のカメラ端末110が監視対象領域130の形状等に合わせて、監視対象領域130全体が撮影されるように撮影範囲を自動的に調整するため、複数のカメラ端末110の設置作業等において撮影領域の調整にかかる手間が軽減される。

【0054】

次に、監視システム内の任意のカメラ端末が故障などにより停止した場合について説明する。

【0055】

図11は、6台のカメラ端末A~Fにより、監視対象領域130を撮影している様子を示している。本図において、図1と同じ構成要素については同じ記号を記載し説明を省略する。

【0056】

いま、図11(a)に示される監視システムのうち、1台のカメラ端末111Bが故障や保守点検によって撮影領域140Bが消失した場合(図11(b))には、図6に示されたフローチャートのステップ103において残りのカメラ端末と互いの監視担当領域150が再度決定され、ステップ104において各自の撮影領域140の範囲が変更されるので、再び監視対象領域130をくまなく撮影し続けることができる(図11(c))。また、対象物(例えば人物)をズームアップ撮影することにより撮影領域140の位置と範囲が変化した場合においても、カメラ111Bを協調メンバから除外することで、同様にして、監視対象領域130の全体撮影を維持し続けることができる(図11(d))。さらに、故障したカメラ端末110が復旧した場合や、監視システムに新しいカメラ端末が追加された場合においても、同様に、図6のフローチャートのステップ103およびステップ104によって再び監視対象領域が再度決定され、各自の撮影範囲が変更され、複数のカメラ端末によって撮影される冗長な領域を減らすことができる。

【0057】

(実施の形態2)

本発明における実施の形態2について、図面を参照しながら説明する。

【0058】

図12は本発明の実施の形態2における監視システムの構成を示すブロック図である。この監視システムは、通信ネットワーク112と、監視対象となる領域(監視対象領域1

30) 全体を撮影するために十分な台数のズーム制御およびパンチルト制御可能なカメラ端末111から構成され、各カメラ端末110がパンチルト制御により監視対象領域130内を撮影可能な向きに設置された場合に、監視対象領域130全体が映し出されるように各カメラ端末111が互いの監視担当領域150の大きさが均一になるように視線方向を変化させ、さらに監視担当領域150全体が写るよう焦点距離を調整することで、撮影領域の位置と撮影範囲を自動的に決定する点に特徴を有する。特に、本実施の形態では、パンチルト等によって撮影領域の位置を調整することのできるカメラ端末111を用いることにより、実施の形態1と同様に、監視対象領域130をカメラ端末111の台数と同じ数の監視担当領域150を決定する際に、各監視担当領域150の分担範囲が均等な大きさに近づくように、カメラ端末111の撮影位置を変更する点に特徴を有する。なお、図12において、図1と同じ構成要素については同じ符号を用いて説明を省略する。

【0059】

カメラ104は、撮影領域140の位置と範囲を変更することのできるパンチルトカメラ等である。調整部105は、カメラ104の監視担当領域150を決定し、撮影領域140が監視担当領域150全体を映像に取り込むように撮影方向、撮影範囲の調整を行う処理部である。

【0060】

図13は、カメラ104の内部構成を示すブロック図である。本図において、図2と同じ構成要素については同じ符号を用いて説明を省略する。

【0061】

姿勢制御部205は、レンズ201と撮像部202の間隔を変更し、さらにレンズ201と撮像部202の撮像面の向きを変更するステッピングモータなどの機構であり、図12に示されるようにレンズ201と撮像部202の間隔および向きを変更することによってカメラ104の撮影領域140の位置と範囲の変更を行う機構部である。なお、カメラ104により撮影されている撮影領域140の位置の算出方法については後述する補足説明1において説明する。

【0062】

図14は、調整部105の内部構成を示すブロック図である。本図において、図3と同じ構成要素については同じ符号を用いて説明を省略する。

【0063】

監視担当領域比較評価部217は、互いに隣接する周囲のカメラ端末111の監視担当領域150と自身の監視担当領域150との大きさを比較評価し、さらに評価値が所定の目標値に近づくようにカメラ104の視線方向を変更する処理部である。

【0064】

次に実施の形態2における監視システムの動作手順について説明する。図15は、カメラ端末111の動作手順を示したフローチャートである。なお、本図において、ステップ101からステップ102までは図6と同じ動作手順であるため、同じ符号を用いて説明を省略する。

【0065】

通信部103は、協調監視メンバ選択部211において協調監視メンバに選別されたカメラ端末111と監視領域の位置と撮影範囲の特定に関する情報の通信を行う(ステップ102a)。なお、ステップ101、ステップ102、ステップ102aにおいて、協調監視メンバ選択部211が既に協調監視メンバを選別している場合には、ステップ101、ステップ102を省略し、協調監視メンバとのみ通信を行うことにより、通信ネットワーク112内の不必要なトラフィックの増加を防いだり、各処理部でのデータ処理の量の削減を図ったりする効果が得られる。また、監視システムを構成するカメラ端末111の台数に比べて通信ネットワーク112の通信容量が十分に大きい場合やカメラ端末内の各処理部の性能が十分に高い場合等においては、協調監視メンバ選択部211を含まない構成や、処理(ステップ102)を省略した動作手順であってもよい。

【0066】

図15において、ステップ103およびステップ104は図6と同じ動作手順であるため同じ符号を用いて説明を省略する。

【0067】

次に、監視担当領域比較評価部217は、互いに隣接する周囲のカメラ端末111の監視担当領域150と自身の監視担当領域150との大きさを比較評価し（ステップ105）、その結果得られた評価値が所定の目標値を満足しているか（例えば、2つの監視担当領域の大きさの差が一定のしきい値より小さいか）を判断する（ステップ106）。その結果、満足している場合には、同様の処理を繰り返し（ステップ102aへ）、一方、満足していない場合には、その評価値が所定の目標値に近づくようにカメラ104の視線方向を変更する（ステップ107）。

【0068】

ここで、ステップ101からステップ104までの動作手順によって監視対象領域130内の任意の方向を向けて設置された6台のカメラ端末111A～Fに対して割り当てられた監視担当領域150A～Fが調整される前後の様子の一例を図16に示し、カメラ端末111Aに注目して、ステップ107におけるカメラ端末111Aの具体的な動作について説明する。また、図17にカメラ端末111Aの視線の先（撮影画像の中心部に映し出される場所）から監視担当領域150Aの境界線までの距離と位置関係を示す。

【0069】

図16、図17において、図12と同じ構成要素については、同じ記号を付与し説明を省略する。カメラAの監視担当領域比較評価部217は、各カメラの監視担当領域150の分担範囲が均一の大きさに近づくように、図17に示したカメラ端末111Aの視線の先（撮影画像の中心部に映し出される場所）から監視担当領域150の各境界線までの距離が等しくなるように視線方向を変更させる。

【0070】

ここで、各カメラ104の視線の先（撮影画像の中心部に映し出される場所）から監視担当領域150の各境界線までの距離を全て等しい値に近づけることは、互いに監視担当領域が隣接するカメラの視線の先（撮影画像の中心部に映し出される場所）とその境界線までの距離もまた等しくなることから、全てのカメラ104において視線の先（撮影画像の中心部に映し出される場所）から監視担当領域150の各境界線まで距離を均一な値に近づける効果を与える。

【0071】

各カメラの監視担当領域比較評価部217は、以下の数1に示されるカメラの視線の向き（ θ_{pan} 、 θ_{Tilt} ）を変数とする評価関数Fを用いて、視線の先（撮影画像の中心部に映し出される場所）から監視担当領域150の境界線、また監視対象領域130の境界線までの距離に対して評価値を求め、さらに求められた評価値が最小値に近づく方向にカメラの視線の向きを制御する。

【0072】

【数1】

$$F(\theta_{pan}^i, \theta_{Tilt}^i) = \frac{1}{N} \sum_j^N (Dist_{ij} - Dist_{ave})^2$$

上記数1の評価関数Fにおいて、Nは監視担当領域150の境界線の数を示している。また $Dist_{ij}$ は視線の先（撮影画像の中心部に映し出される場所）から監視担当領域150の各境界線までの距離を表し、 $Dist_{ave}$ は $Dist_{ij}$ の平均値を表している。すなわち、上記数1の評価関数Fは、カメラ104の視線の先（撮影画像の中心部に映し出される場所）から監視担当領域150の各境界線までの距離の分散の値を表している。

【0073】

ここで、図16（a）に示されるカメラ端末111Aの場合を例に評価値を求めると、図17に示されるように、監視担当領域150Aの各境界線までの各距離 $Dist_{AL1}$ 、 $Dist_{AL2}$ 、 $Dist_{AB}$ 、 $Dist_{AC}$ を、以下の数2、数3、数4、数5により求める

【 0 0 7 4 】

【数 2】

$$Dist_{AB} = \frac{1}{2} \sqrt{(x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2}$$

【 0 0 7 5 】

【数 3】

$$Dist_{AC} = \frac{1}{2} \sqrt{(x_C - x_A)^2 + (y_C - y_A)^2}$$

【 0 0 7 6 】

【数 4】

$$Dist_{AL1} = \sqrt{(x_{L1} - x_A)^2 + (y_{L1} - y_A)^2}$$

【 0 0 7 7 】

【数 5】

$$Dist_{AL2} = \sqrt{(x_{L2} - x_A)^2 + (y_{L2} - y_A)^2}$$

また $Dist_{ave}$ については、以下の数 6 により求める。

【 0 0 7 8 】

【数 6】

$$Dist_{ave} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Dist_i$$

次に評価関数 F によって与えられる評価値が小さくなる方向にカメラの視線の向けるために、最急降下法を用いてカメラのパン角 θ_{pan} 、チルト角 θ_{Tilt} の値を変化させる。具体的には姿勢制御部 205 は、カメラの回転角（パン角 θ_p 、チルト角 θ_T ）によって上記数 1 に示される評価関数 F を偏微分した関数を用いて、以下の数 7 に示される更新式によってカメラの回転角（パン角 θ_{pan} 、チルト角 θ_{Tilt} ）を変更する。

【 0 0 7 9 】

【数 7】

$$\begin{cases} \frac{\partial \theta_{pan}}{\partial t} = - \sum_i^N \alpha_i \frac{F(\theta_{pan}^i, \theta_{Tilt}^i)}{\partial \theta_{pan}^i} \\ \frac{\partial \theta_{Tilt}}{\partial t} = - \sum_i^N \beta_i \frac{F(\theta_{pan}^i, \theta_{Tilt}^i)}{\partial \theta_{Tilt}^i} \end{cases}$$

（ただし α_i 、 β_i は係数）

なお、評価関数 F は数 7 以外であってもよく、カメラ 104 の視線方向（ θ_{pan} 、 θ_{Tilt} ）を変更可能な範囲においてカメラ 104 の視線の先（撮影画像の中心部に映し出される場所）から監視担当領域の境界線までの距離が全て等しい時に最小値をとる勾配系の関数であればよい。

【 0 0 8 0 】

最後に、協調監視メンバー選択部 211 は、協調監視メンバーの変更の必要性を判断する（ステップ 108）。変更が必要であればステップ 101 に戻り、必要がなければステップ 102 a に戻る。ここで協調監視メンバーの変更の必要な場合の例としては、カメラの視線

方向を調整することで撮影領域の位置が大きく変化した場合や、故障等によって協調監視メンバの一部と通信が途絶えてしまった場合、新しく監視システムに追加された新しいカメラ端末から協調監視メンバの再選択要求があった場合等が挙げられる。

【0081】

また、ステップ101からステップ107を繰り返す過程において、数7に従って各カメラ端末が視線方向（パン角 θ_p 、チルト角 θ_t ）を調整することにより、図16（a）の監視担当領域150は図16（b）の状態へ変更される。

【0082】

このような本実施の形態における構成と手順によれば、複数のカメラ端末111は、互いの監視担当領域150の分担範囲が均一な大きさに近づくように、視線方向を変えることで監視担当領域150の位置と範囲を調整し、さらに監視担当領域150全体が映るように撮影領域140の撮影範囲を変更することにより、監視対象領域130全体が監視システムによりくまなく撮影されるように撮影領域の位置と撮影範囲が自動的に変更される。

【0083】

図18に実施の形態2における監視システムの動作例を示す。本図において、図12と同じ構成要素については同じ番号を記載し説明を省略する。

【0084】

図18（a）は、部屋の床面を監視対象領域130として、室内の様子を撮影するために6台のカメラ端末111A～Fが室内の適当な位置に設置されている様子を示している。また6台のカメラ端末111は監視対象領域130をくまなく撮影するために十分な台数であり、図5（b）に示されるようにカメラの画角が最大の時に、撮像部202の撮像面が監視対象領域130に対して平行になる状態で撮影された撮影領域140の面積の9分の1の大きさを基準撮影面積とすると、6台のカメラ端末111A～Fの基準撮影面積の総和は監視対象領域130の面積より大きいものとする。また各カメラ端末111A～Fの設置方向は、パンチルト制御によって監視対象領域130内を撮影できる向きにそれぞれ調整されているものとする。

【0085】

実施の形態2におけるカメラ端末111は実施の形態1のカメラ端末110と同様の動作に加えて、監視担当領域比較評価部217によりカメラ104の視線の先（撮影画像の中心部に映し出される場所）から監視対象領域の各境界線までの距離が均一の長さになるように視線方向が決定され、カメラ制御部216、姿勢制御部205によりカメラ101の撮影領域の位置と撮影範囲を調整することにより、図18（b）に示されるように、撮影領域140の位置と範囲が変更される。

【0086】

以上のように、実施の形態2では監視に必要な台数のカメラ端末111を監視対象領域130の撮影可能な適当な位置と向きに設置するだけで、各カメラ端末111は撮影領域の位置と撮影範囲を予め調整しておかなくても、監視対象領域130の形状に合わせて、全体がくまなく撮影されるように撮影領域140の位置と撮影範囲を決定することができるため、複数のカメラ端末111の設置作業等において撮影領域の位置と撮影範囲の調整にかかる手間が軽減される。

【0087】

また、実施の形態2の監視システムでは、実施の形態1と同様に、故障や保守点検等により複数台のカメラ端末のうち任意のカメラ端末111の撮影領域140が消失してしまった場合や、パンチルト等の制御によって撮影領域140が移動した場合においても、残りのカメラ端末が監視担当領域150を再度決定し、各自の撮影領域140の範囲を変更するので、常に監視対象領域130の全体撮影を維持し続けることができる。

【0088】

さらに、実施の形態1および2において、各カメラ端末111の撮影領域の位置と撮影範囲を決定する調整部102、105は各カメラ端末111に具備されていたが、監視シ

システムを構成する全部または一部のカメラ端末110、111が図19および図20に示されるように、共通の調整部として集中させた構成であってもよい。

【0089】

図19は、複数のカメラ端末を集中して制御する集中調整部113を備える監視システムの構成図である。この集中調整部113は、調整部102aと通信部103を備える。調整部102aは、図20に示されるように、図3に示される実施の形態1における調整部102と同様の構成要素212~215と、図14に示される実施の形態2における調整部105の監視担当領域比較評価部217で構成することができる。

【0090】

つまり、実施の形態1および2の監視システムにおいて個々のカメラ端末に内蔵されていた調整部をカメラ端末の外に設ける構成として実施の形態1および2と同等の機能を実現することができる。より詳しくは、複数のカメラ端末を用いて監視対象領域を撮影する監視システムであって、複数のカメラ端末と、複数のカメラ端末の撮影領域の位置または撮影範囲を調整する調整装置と、複数のカメラ端末と調整装置とを接続する通信路とを備え、複数のカメラ端末は、それぞれ、撮影領域の位置と撮影範囲を変更する機能を有するカメラと、調整装置と通信する通信手段とを有し、調整装置は、各カメラ端末が監視すべき撮影領域を監視担当領域とした場合に、通信手段で受信された複数のカメラ端末からの情報に基づいて、複数のカメラ端末のそれぞれについて、一のカメラ端末の監視担当領域が他のカメラ端末の監視担当領域または監視対象領域の境界線と隙間なく隣接するように一のカメラ端末の監視担当領域を決定するとともに、監視担当領域全体が撮影されるように一のカメラ端末の撮影領域の位置または撮影範囲を制御する監視システムとして実現することもできる。

(補足説明1)

次に、本実施の形態における補足説明1として、実施の形態1および2で記したカメラ端末110およびカメラ端末111の撮影領域の算出方法について説明する。

【0091】

図21は、カメラ端末110およびカメラ端末111の撮影領域の算出方法を説明する図である。図21において、レンズ2101は図2、および図13に示されるレンズ201、撮像面2102は図2、および図13に示される撮像部202の撮像面、カメラ2103は図2および図13に示されるカメラ端末110、111に対応している。 X_C 軸2104および Y_C 軸2105および Z_C 軸2106は、お互い直交し、レンズ201を原点としたカメラ座標軸系を構成する。カメラ2103は各軸回りに、パン(Y_C 軸2105回り回転)、チルト(X_C 軸2104回り回転)、ロール(Z_C 軸2106回り回転)回転する。それぞれの回転角度を θ_{PC} 、 θ_{TC} 、 θ_{RC} と示す。撮像面2102はレンズ2101より Z_C 軸2106方向に f 離れた距離に存在し、 $2W \times 2H$ の大きさをもつ。 X_W 軸2107および Y_W 軸2108および Z_W 軸2109は、お互い直行し、世界(ワールド)座標軸系を構成する。 X_W 軸2107は図1に示される X_W 軸120および図21に示される X_W 軸1120、 Z_W 軸2109は図1に示される Z_W 軸122および図21に示される Z_W 軸1122にあたる。カメラ2103は世界座標軸系において、(X_T , Y_T , Z_T)で示される位置に存在し、同位置を基点として(ΔX_{TW} , ΔY_{TW} , ΔZ_{TW})だけ移動する。

【0092】

X_C 軸2104および Y_C 軸2105および Z_C 軸2106で構成されるカメラ座標軸系上の点(X_C , Y_C , Z_C)は、以下の数8に示される式により、 X_W 軸2107および Y_W 軸2108および Z_W 軸2109で構成される世界座標軸上の点(X_W , Y_W , Z_W)に変換できる。

【0093】

【数 8】

$$\begin{pmatrix} X_W \\ Y_W \\ Z_W \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_{00} & R_{01} & R_{02} \\ R_{10} & R_{11} & R_{12} \\ R_{20} & R_{21} & R_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} M_{00} & M_{01} & M_{02} \\ M_{10} & M_{11} & M_{12} \\ M_{20} & M_{21} & M_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_C \\ Y_C \\ Z_C \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} X_{TW} \\ Y_{TW} \\ Z_{TW} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \Delta X_W \\ \Delta Y_W \\ \Delta Z_W \end{pmatrix}$$

同式において、 M_{00} から M_{22} を要素とする 3×3 行列値は、カメラ2103の姿勢基準点（カメラ2103の姿勢の回転角度 $(\Theta_{PC}, \Theta_{TC}, \Theta_{RC}) = (0, 0, 0)$ ）の行列値、 R_{00} から R_{22} を要素とする 3×3 行列値は、カメラ2103の姿勢基準点からの姿勢変位をあらわす行列値、 (X_{TW}, Y_{TW}, Z_{TW}) はカメラ2103の位置基準点（カメラ2103の位置の変位 $(\Delta X_{TW}, \Delta Y_{TW}, \Delta Z_{TW}) = (0, 0, 0)$ ）の位置、 $(\Delta X_{TW}, \Delta Y_{TW}, \Delta Z_{TW})$ はカメラ2103の位置基準点からの位置変位をあらわす。

【0094】

M_{00} から M_{22} を要素とする 3×3 行列値や (X_{TW}, Y_{TW}, Z_{TW}) は、カメラ2103を姿勢基準点および位置基準点に合わせる、または、現在のカメラ2103の姿勢および位置をそれぞれ姿勢基準点および位置基準点とし、以下の文献1に示されるキャリブレーション方法などを用いることにより算出可能であり、本発明の検出領域調整装置の動作開始前に事前に算出しておく。

【非特許文献1】R. Tsai, A Versatile Camera Calibration Technique for High-Accuracy 3D Machine Vision Metrology Using Off-the-Shelf TV Cameras and Lenses, IEEE Journal of Robotics and Automation, Vol. RA-3, No. 4, pp. 323-344, 1987 R_{00} から R_{22} を要素とする 3×3 行列値は、以下の数9に示されるように、カメラ2103の姿勢である回転角度 $(\Theta_{PC}, \Theta_{TC}, \Theta_{RC})$ より算出可能である。

【0095】

【数 9】

$$\begin{pmatrix} R_{00} & R_{01} & R_{02} \\ R_{10} & R_{11} & R_{12} \\ R_{20} & R_{21} & R_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \Theta_{RC} & \sin \Theta_{RC} & 0 \\ -\sin \Theta_{RC} & \cos \Theta_{RC} & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \Theta_{TC} & \sin \Theta_{TC} \\ 0 & -\sin \Theta_{TC} & \cos \Theta_{TC} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos \Theta_{PC} & 0 & -\sin \Theta_{PC} \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \Theta_{PC} & 0 & \cos \Theta_{PC} \end{pmatrix}$$

なお、回転角度 $(\Theta_{PC}, \Theta_{TC}, \Theta_{RC})$ は、本発明の実施の形態1および2においては、それぞれ図2に示される焦点制御部204、図13に示される姿勢制御部205が読み取る。

【0096】

カメラ2103の位置基準点からの位置変位である $(\Delta X_{TW}, \Delta Y_{TW}, \Delta Z_{TW})$ は、同カメラ2103の位置をステッピングモータなどで変化させる仕組みであれば、同ステッピングモータよりその変位を読み取れる。

【0097】

撮像面2102上の各点 (X_{PC}, Y_{PC}, f) は、以下の数10、数11、数12により、 $Z_W = Z_C$ である実空間面2110上の (X_{PW}, Y_{PW}, Z_{PW}) に投影される。

【0098】

【数 1 0】

$$\begin{pmatrix} X_{PW} \\ Y_{PW} \\ Z_{PW} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_O + \frac{(Z_O - Z_C)X_D}{Z_D} \\ Y_O + \frac{(Z_O - Z_C)Y_D}{Z_D} \\ Z_C \end{pmatrix}$$

【0 0 9 9】

【数 1 1】

$$\begin{pmatrix} X_O \\ Y_O \\ Z_O \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_{TW} \\ Y_{TW} \\ Z_{TW} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \Delta X_w \\ \Delta Y_w \\ \Delta Z_w \end{pmatrix}$$

【0 1 0 0】

【数 1 2】

$$\begin{pmatrix} X_D \\ Y_D \\ Z_D \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_{00} & R_{01} & R_{02} \\ R_{10} & R_{11} & R_{12} \\ R_{20} & R_{21} & R_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} M_{00} & M_{01} & M_{02} \\ M_{10} & M_{11} & M_{12} \\ M_{20} & M_{21} & M_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_{PC} \\ Y_{PC} \\ f \end{pmatrix}$$

このため、撮像面 4 隅の各点 $(-W, -H, f)$ 、 $(W, -H, f)$ 、 $(-W, H, f)$ 、 (W, H, f) は、以下の数 1 3、数 1 4、数 1 5、数 1 6 により $Z_W = Z_C$ である実空間面 2 1 1 0 上に投影される。

【0 1 0 1】

【数 1 3】

$$\begin{pmatrix} X_{PW0} \\ Y_{PW0} \\ Z_{PW0} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_O + \frac{(Z_O - Z_C)X_{D0}}{Z_{D0}} \\ Y_O + \frac{(Z_O - Z_C)Y_{D0}}{Z_{D0}} \\ Z_C \end{pmatrix}$$

【0 1 0 2】

【数 1 4】

$$\begin{pmatrix} X_{PW1} \\ Y_{PW1} \\ Z_{PW1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_O + \frac{(Z_O - Z_C)X_{D1}}{Z_{D1}} \\ Y_O + \frac{(Z_O - Z_C)Y_{D1}}{Z_{D1}} \\ Z_C \end{pmatrix}$$

【0 1 0 3】

【数 1 5】

$$\begin{pmatrix} X_{PW2} \\ Y_{PW2} \\ Z_{PW2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_O + \frac{(Z_O - Z_C)X_{D2}}{Z_{D2}} \\ Y_O + \frac{(Z_O - Z_C)Y_{D2}}{Z_{D2}} \\ Z_C \end{pmatrix}$$

【0 1 0 4】

【数 1 6】

$$\begin{pmatrix} X_{PW3} \\ Y_{PW3} \\ Z_{PW3} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_O + \frac{(Z_O - Z_C)X_{D3}}{Z_{D3}} \\ Y_O + \frac{(Z_O - Z_C)Y_{D3}}{Z_{D3}} \\ Z_C \end{pmatrix}$$

なお、上記数 1 3 の (X_{D0}, Y_{D0}, Z_{D0}) 、数 1 4 の (X_{D1}, Y_{D1}, Z_{D1}) 、数 1 5 の (X_{D2}, Y_{D2}, Z_{D2}) 、数 1 6 の (X_{D3}, Y_{D3}, Z_{D3}) は、それぞれ、以下の数 1 7、数 1 8、数 1 9、数 2 0 により求められる。

【0 1 0 5】

【数 1 7】

$$\begin{pmatrix} X_{D0} \\ Y_{D0} \\ Z_{D0} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_{00} & R_{01} & R_{02} \\ R_{10} & R_{11} & R_{12} \\ R_{20} & R_{21} & R_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} M_{00} & M_{01} & M_{02} \\ M_{10} & M_{11} & M_{12} \\ M_{20} & M_{21} & M_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -W \\ -H \\ f \end{pmatrix}$$

【0 1 0 6】

【数 1 8】

$$\begin{pmatrix} X_{D1} \\ Y_{D1} \\ Z_{D1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_{00} & R_{01} & R_{02} \\ R_{10} & R_{11} & R_{12} \\ R_{20} & R_{21} & R_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} M_{00} & M_{01} & M_{02} \\ M_{10} & M_{11} & M_{12} \\ M_{20} & M_{21} & M_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} W \\ -H \\ f \end{pmatrix}$$

【0 1 0 7】

【数 1 9】

$$\begin{pmatrix} X_{D2} \\ Y_{D2} \\ Z_{D2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_{00} & R_{01} & R_{02} \\ R_{10} & R_{11} & R_{12} \\ R_{20} & R_{21} & R_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} M_{00} & M_{01} & M_{02} \\ M_{10} & M_{11} & M_{12} \\ M_{20} & M_{21} & M_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -W \\ H \\ f \end{pmatrix}$$

【0 1 0 8】

【数 2 0】

$$\begin{pmatrix} X_{D3} \\ Y_{D3} \\ Z_D \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_{00} & R_{01} & R_{02} \\ R_{10} & R_{11} & R_{12} \\ R_{20} & R_{21} & R_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} M_{00} & M_{01} & M_{02} \\ M_{10} & M_{11} & M_{12} \\ M_{20} & M_{21} & M_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} W \\ H \\ f \end{pmatrix}$$

この $Z_W = Z_C$ である実空間面 2 1 1 0 上に投影された撮像面 4 隅の各点から構成される面がカメラ 2 1 0 3 の撮影領域である。

【0 1 0 9】

以上までに説明した算出方法により、カメラの設置位置と設置方向、さらにカメラの回転角から撮影領域の位置を求めることができる。

【0 1 1 0】

(補足説明 2)

次に、捕捉説明 2 として、実施の形態 1 および形態 2 で記したカメラ端末 1 1 0、1 1 1 において、監視担当領域全体が映る状態で撮影領域の面積が最も小さくなる時の焦点距離 (以下、目標焦点距離 f_{target}) の算出方法について図 2 2、図 2 3 用いて説明する。なお、図 2 2、図 2 3 において、補足説明 1 で用いた図 2 1 と同じ構成要素については同じ記号を付与し説明を省略する。

【0 1 1 1】

図 2 2 (a) は、任意の位置に取り付けられたカメラによって撮影されている実空間面 2 1 1 0 上における撮影領域 2 1 1 1 と監視担当領域 2 1 1 2 の位置を示している。また図 (b) は撮像面 2 1 0 2 の中心を原点とする撮像面 2 1 0 2 に平行な平面上に、撮影領域 2 1 1 1 と監視担当領域 2 1 1 2 を投影した時の図である。

【0 1 1 2】

なお、実空間面 2 1 1 0 上における任意の点 $P_W (X_{PW}, Y_{PW}, Z_{PW})$ を撮像面 2 1 0 2 と平行な平面上に投影した時の位置座標 $P_C (X_{PC}, Y_{PC}, Z_{PC})$ は、カメラ端末の焦点座標を (P_x, P_y, P_z) 、撮像面 2 1 0 2 の中心座標を (Q_x, Q_y, Q_z) として、補足説明 1 で説明した姿勢基準を決める行列 M と、回転角を決める上記数 9 における R を用いることにより、以下の数 2 1、数 2 2、数 2 3、数 2 4 によって算出される。

【0 1 1 3】

【数 2 1】

$$N_x = \frac{(P_x - X_{PW}) \{ (P_y - Q_y)^2 + (P_z - Q_z)^2 \}}{(P_x - Q_x)(X_{PW} - P_x) + (P_y - Q_y)(Y_{PW} - P_y) + (P_z - Q_z)(Z_{PW} - P_z)}$$

【0 1 1 4】

【数 2 2】

$$N_y = \frac{(P_y - Y_{PW}) \{ (P_x - Q_x)^2 + (P_z - Q_z)^2 \}}{(P_x - Q_x)(X_{PW} - P_x) + (P_y - Q_y)(Y_{PW} - P_y) + (P_z - Q_z)(Z_{PW} - P_z)}$$

【0 1 1 5】

【数 2 3】

$$N_z = \frac{(P_z - Z_{PW}) \{ (P_x - Q_x)^2 + (P_y - Q_y)^2 \}}{(P_x - Q_x)(X_{PW} - P_x) + (P_y - Q_y)(Y_{PW} - P_y) + (P_z - Q_z)(Z_{PW} - P_z)}$$

【0 1 1 6】

【数 2 4】

$$\begin{pmatrix} X_{pc} \\ Y_{pc} \\ Z_{pc} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} M_{00} & M_{01} & M_{02} \\ M_{10} & M_{11} & M_{12} \\ M_{20} & M_{21} & M_{22} \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} R_{00} & R_{01} & R_{02} \\ R_{10} & R_{11} & R_{12} \\ R_{20} & R_{21} & R_{22} \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} Nx \\ Ny \\ Nz \end{pmatrix}$$

図 2 2 (b) において、監視担当領域 2 1 1 2 の頂点の中で x 軸と最も離れている頂点と x 軸の距離を W_{max} 、y 軸と最も離れている頂点と y 軸の距離を H_{max} とすると、図 2 3 に示されるようにカメラ端末の撮像面の幅 ($2 * W$ 、 $2 * H$) に対して W_{max} 、 H_{max} の値が以下の数 2 5 の条件を満たす時、監視担当領域 2 1 1 2 全体が撮影領域 2 1 1 1 に内接する状態となる。

【0 1 1 7】

【数 2 5】

$$\{(W = W_{max}) \text{ and } (H \leq H_{max})\} \text{ または } \{(W \leq W_{max}) \text{ and } (H = H_{max})\}$$

W_{max} 、 H_{max} の値は図 2 3 に示されるように焦点距離によって決定される値であり、目標焦点距離 f_{target} の値はカメラ端末の焦点距離の値を f とすると以下の数 2 6 によって算出される。

【0 1 1 8】

【数 2 6】

$$f_{target} = \max\left(\frac{W_{max}}{W} f, \frac{H_{max}}{H} f\right)$$

但し、上記数 2 6 における関数 $\max(a, b)$ は、引数 a 、 b のうち値の大きい方を返す関数である。

【0 1 1 9】

カメラ 2 1 0 3 の焦点距離 f の値を、算出された焦点距離 f_{target} にあわせることにより、撮影領域 2 1 1 1 は監視担当領域 1 5 0 全体を写しつつ面積が最も小さい状態に変更される。

【産業上の利用可能性】

【0 1 2 0】

本発明は、カメラおよびカメラを用いた監視システムとして、例えば、学校やビル等における不審者の監視用システムや、交差点や公園などの広範囲撮影システムといった公共の場所の監視システム、さらに家庭内の様子を複数のネットワークカメラ等を用いて監視する室内遠隔監視システム等として、特に、複数のカメラのいずれかが故障したりや新たなカメラが追加されたりなどの監視システムの構成が変更された場合においても監視対象領域がくまなく撮影されるように維持する必要がある高機能な監視システムとして有用である。

【図面の簡単な説明】

【0 1 2 1】

【図 1】 本発明にかかる実施の形態 1 の構成を示すブロック図である。

【図 2】 実施の形態 1 におけるカメラの構成を示すブロック図である。

【図 3】 実施の形態 1 における調整部の構成を示すブロック図である。

【図 4】 実施の形態 1 における地図データの一例を示す図である。

【図 5】 実施の形態 1 におけるカメラの動作を説明する図である。

【図 6】 実施の形態 1 におけるカメラの動作を説明するフローチャートである。

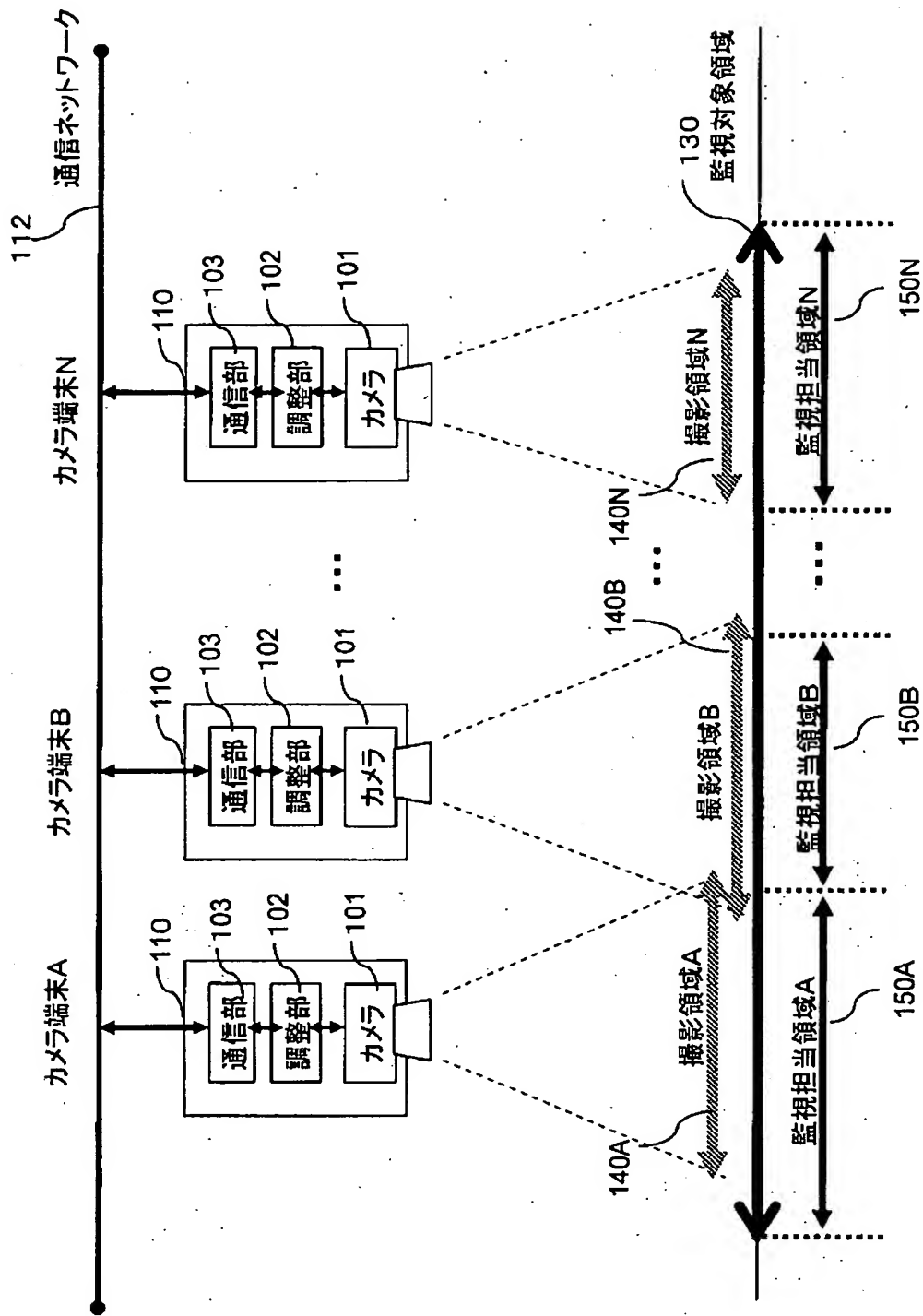
【図 7】 実施の形態 1 におけるカメラの動作を説明する図である。

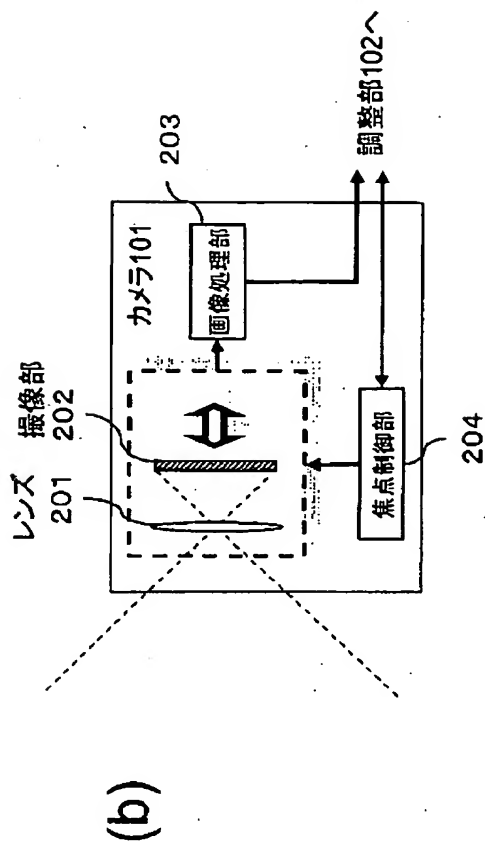
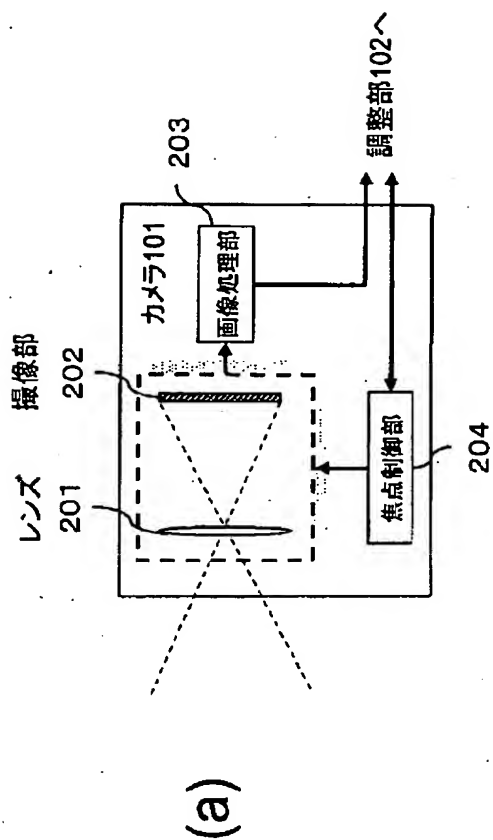
- 【図 8】 実施の形態 1 におけるカメラの動作を説明する図である。
- 【図 9】 実施の形態 1 におけるカメラの動作を説明する図である。
- 【図 10】 実施の形態 1 におけるカメラの動作を説明する図である。
- 【図 11】 実施の形態 1 におけるカメラの動作を説明する図である。
- 【図 12】 本発明にかかる実施の形態 2 の構成を示すブロック図である。
- 【図 13】 実施の形態 2 におけるカメラの構成を示すブロック図である。
- 【図 14】 実施の形態 2 における調整部の構成を示すブロック図である。
- 【図 15】 実施の形態 2 におけるカメラの動作を説明するフローチャートである。
- 【図 16】 実施の形態 2 におけるカメラの動作を説明する図である。
- 【図 17】 実施の形態 2 における評価関数 F を説明する図である。
- 【図 18】 実施の形態 2 におけるカメラの動作を説明する図である。
- 【図 19】 調整部がカメラ端末の外部にある場合の構成ブロック図である。
- 【図 20】 調整部がカメラ端末の外部にある場合の調整部の構成ブロック図である。
- 【図 21】 本発明の補足説明 1 における撮影領域の算出に対する説明図である。
- 【図 22】 本発明の補足説明 2 における撮影領域の算出に対する説明図である。
- 【図 23】 本発明の補足説明 2 における撮影領域の算出に対する説明図である。
- 【図 24】 第 1 の従来技術における構成ブロック図である。
- 【図 25】 第 1 の従来技術におけるカメラ視野範囲を示す説明図である。
- 【図 26】 第 2 の従来技術における構成ブロック図である。
- 【図 27】 第 2 の従来技術における動作説明図である。
- 【図 28】 第 2 の従来技術における動作説明図である。
- 【図 29】 第 2 の従来技術における動作説明図である。
- 【図 30】 第 2 の従来技術における動作説明図である。

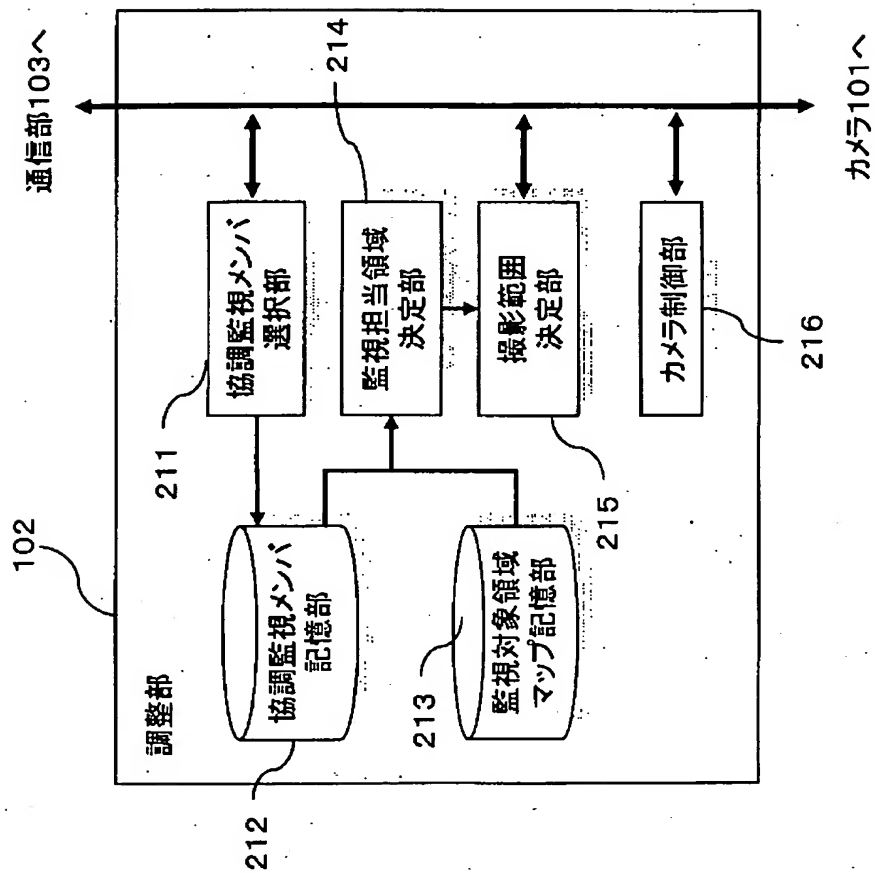
【符号の説明】

【0122】

101、104	カメラ
102、105	調整部
103	通信部
110、111	カメラ端末
112	通信ネットワーク
130	監視対象領域
131	協調監視メンバ選択範囲
140	撮影領域
150	監視担当領域
201	レンズ
202	撮像部
203	画像処理部
204	焦点制御部
205	姿勢制御部
211	協調監視メンバ選択部
212	協調監視メンバ記憶部
213	監視対象領域マップ記憶部
214	監視担当領域決定部
215	撮影範囲決定部
216	カメラ制御部
217	監視担当領域比較評価部

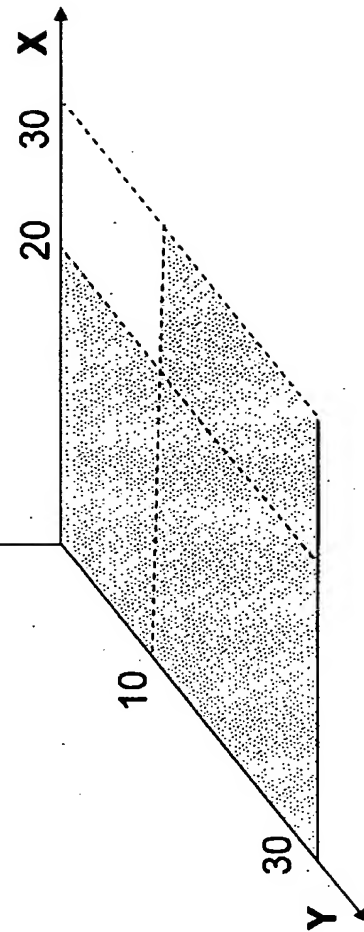
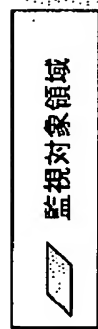
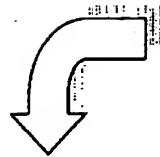






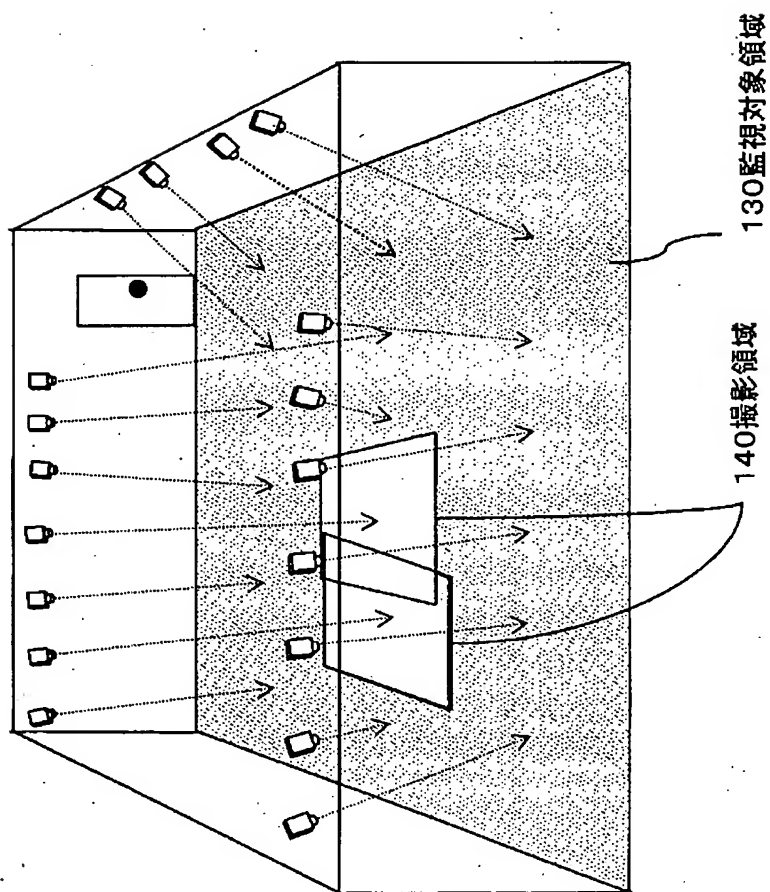
地図データ

X [m]	Y [m]	Z [m]
$0 \leq X < 20$	$0 \leq Y \leq 30$	$0 \leq Z < 3$
$20 \leq X \leq 30$	$10 \leq Y \leq 30$	$0 \leq Z < 3$

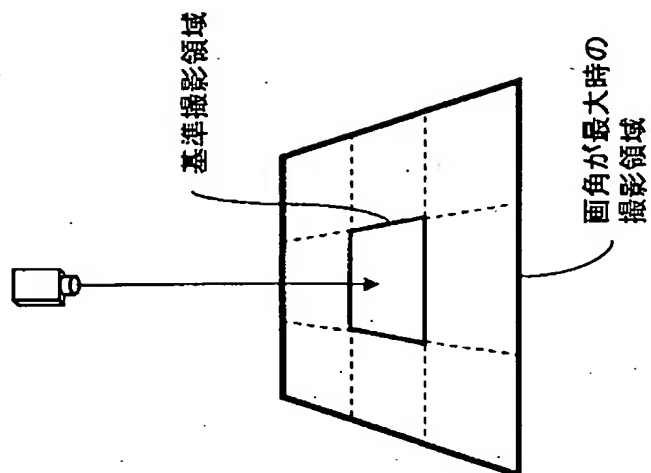


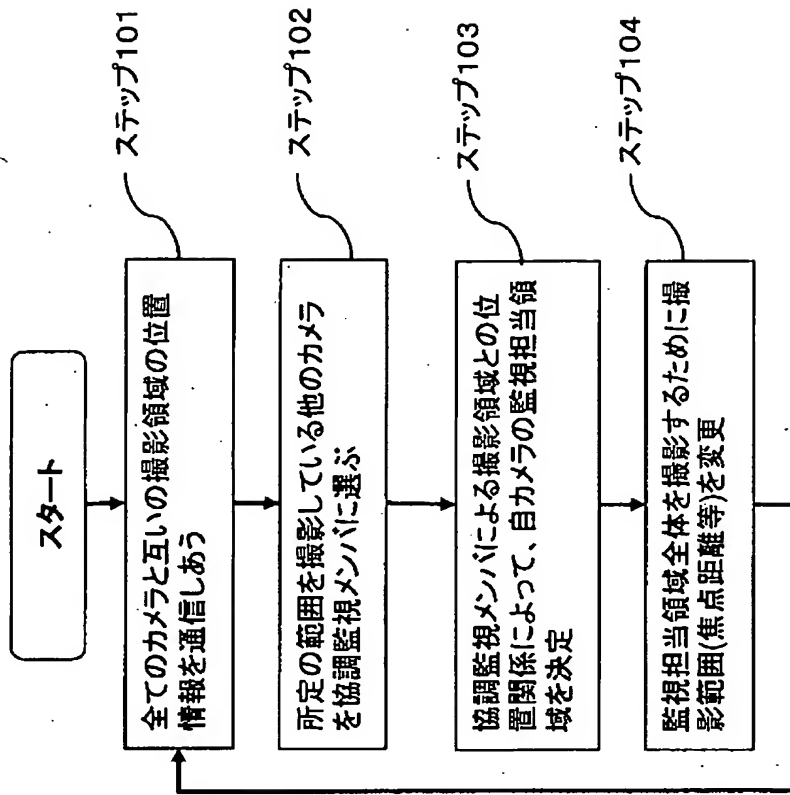
カメラ端末110

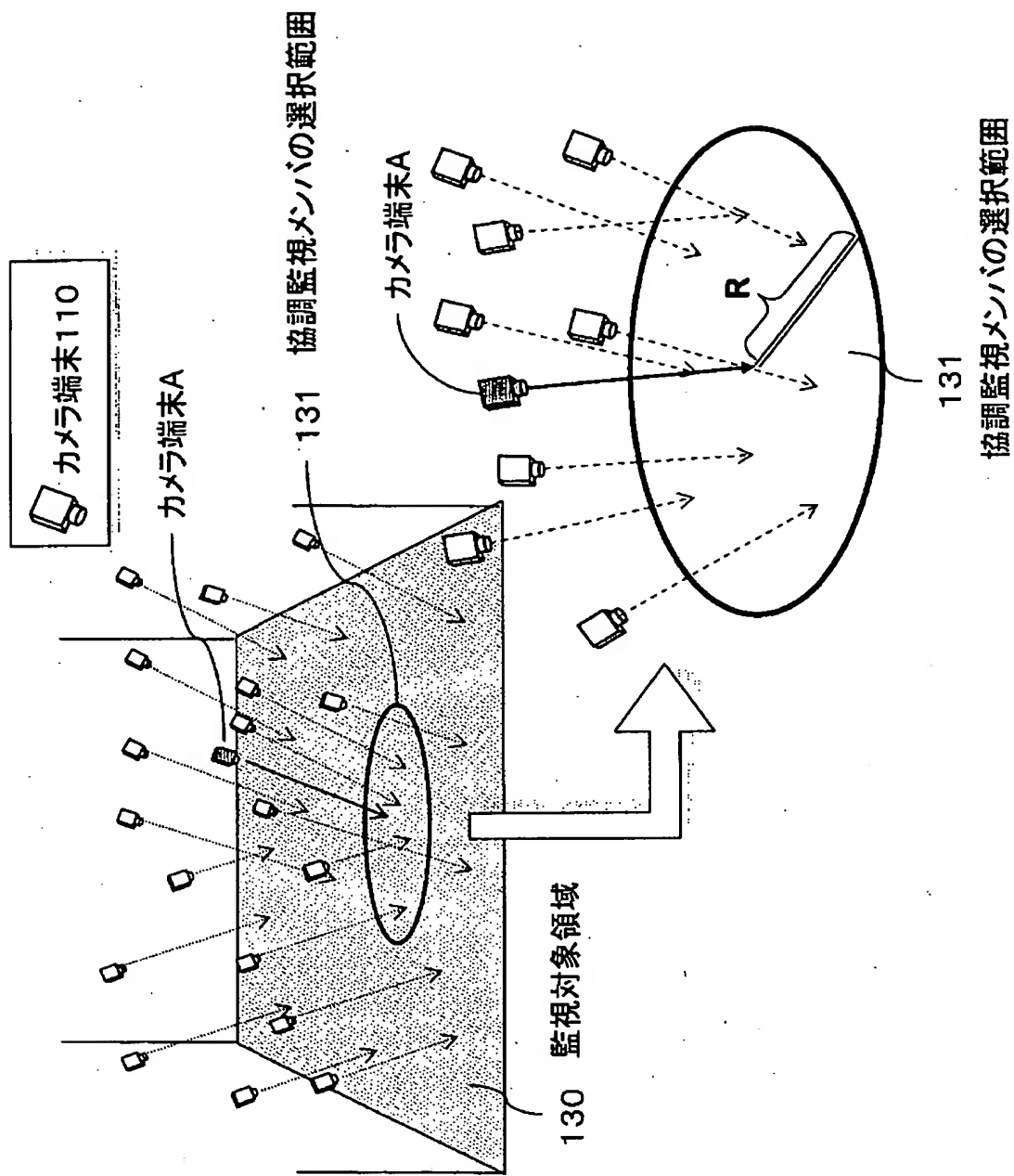
(a)

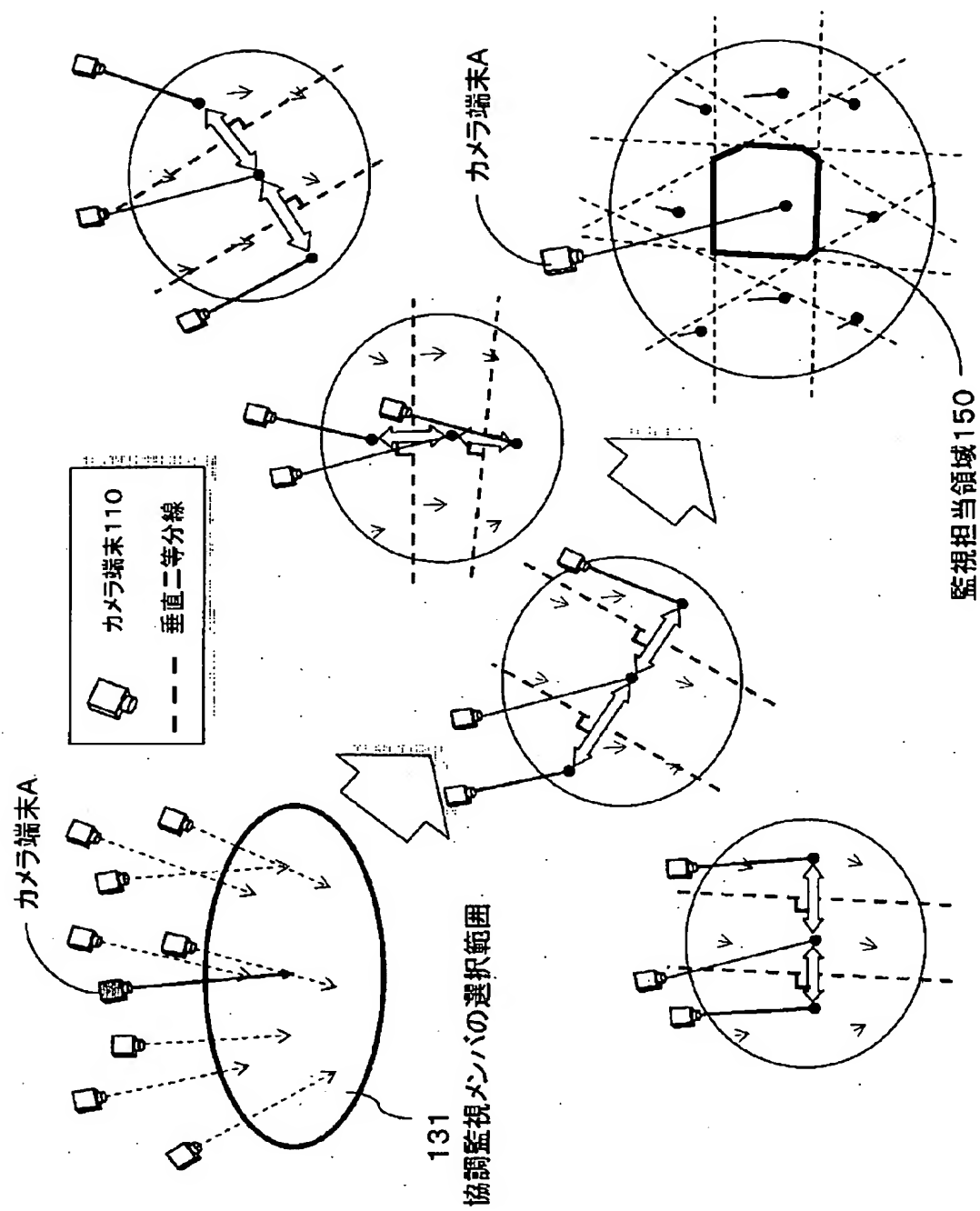


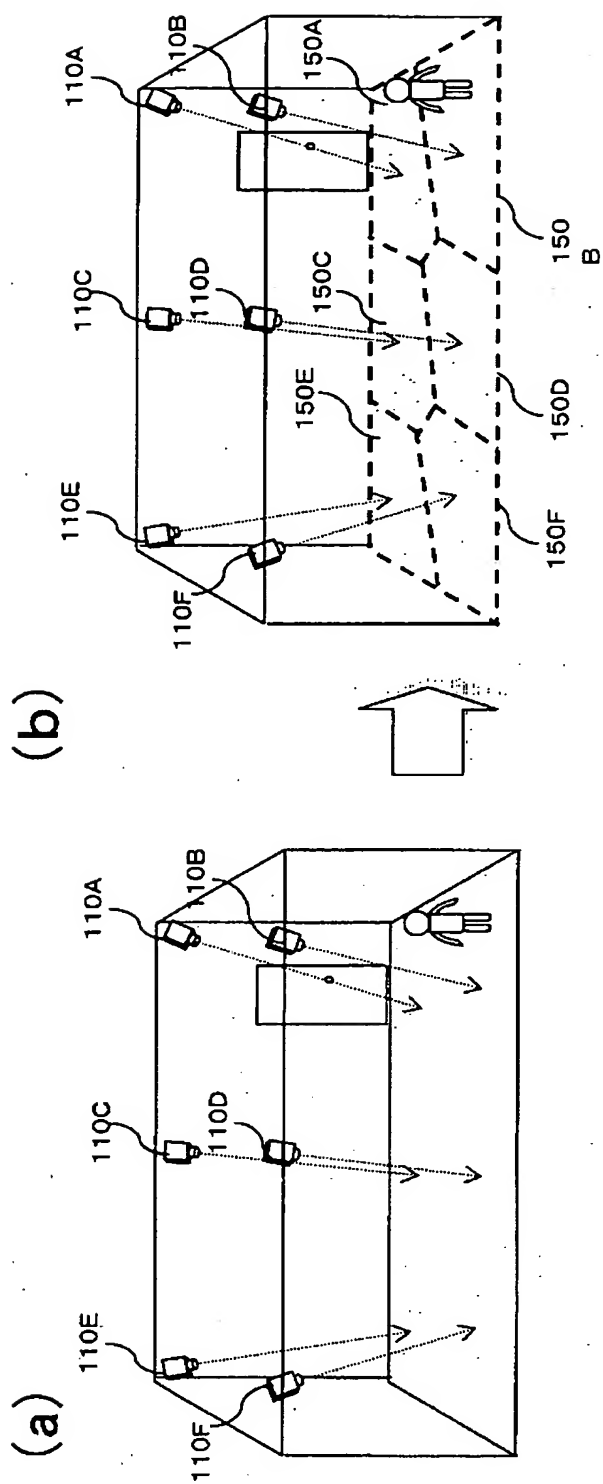
(b)



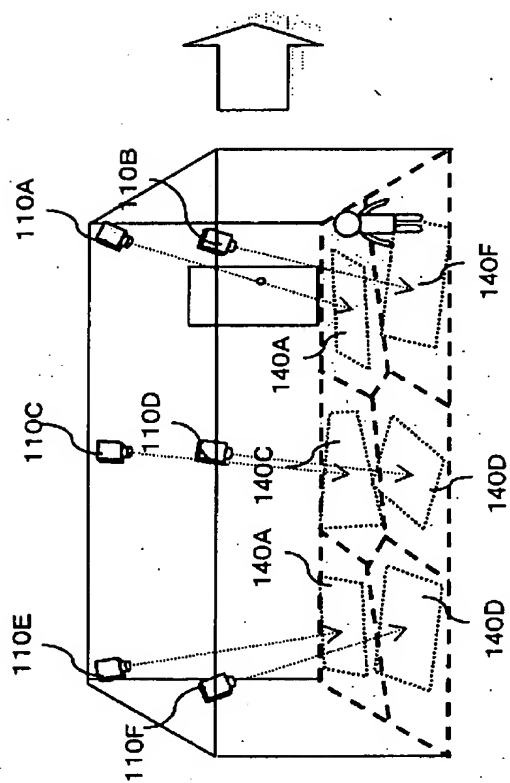




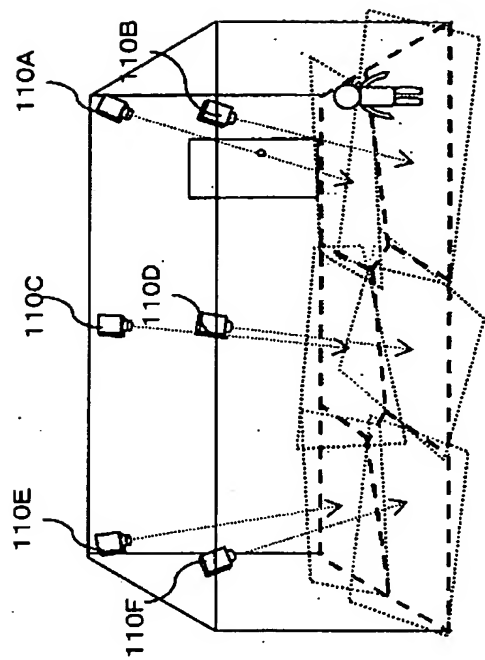


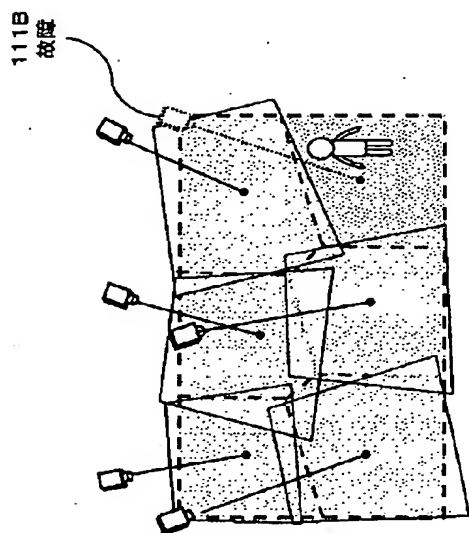


(a)

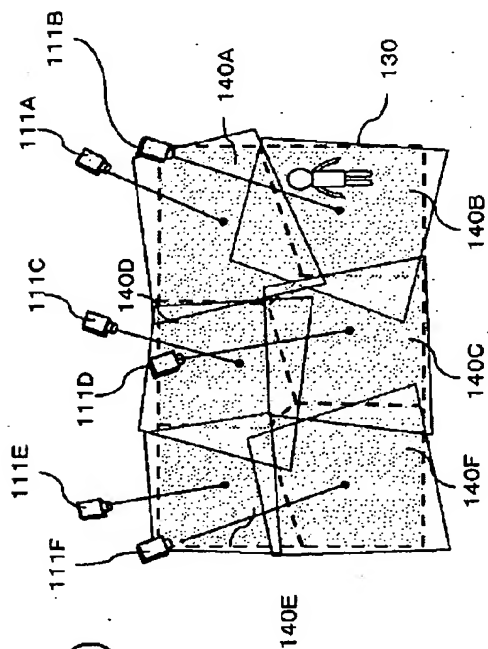


(b)

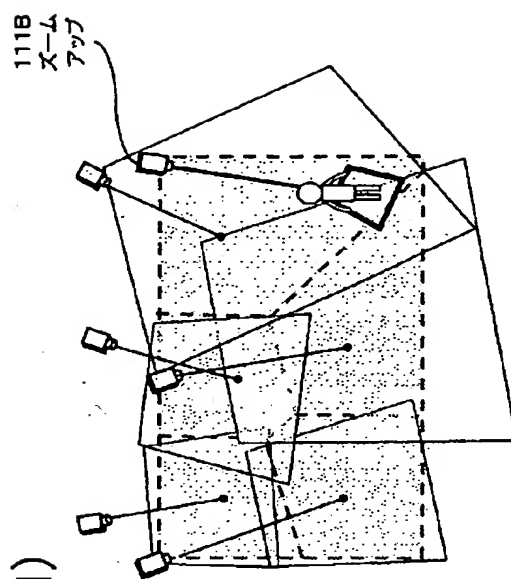




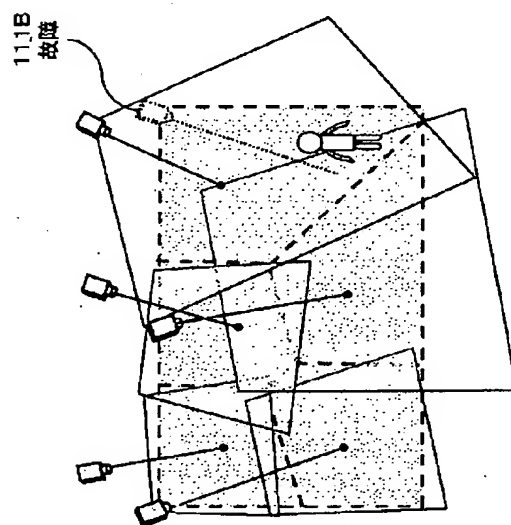
(b)



(a)

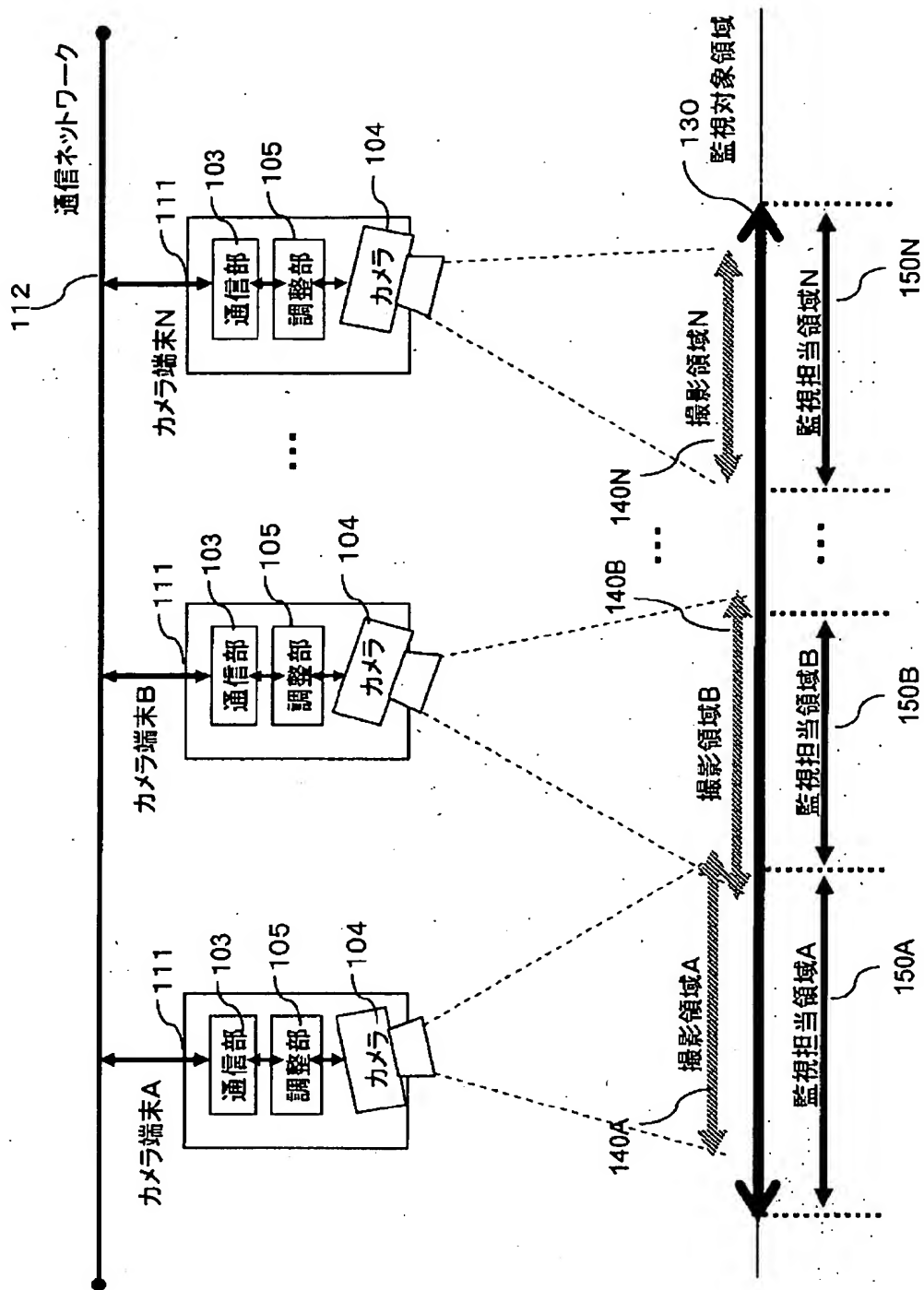


(d)

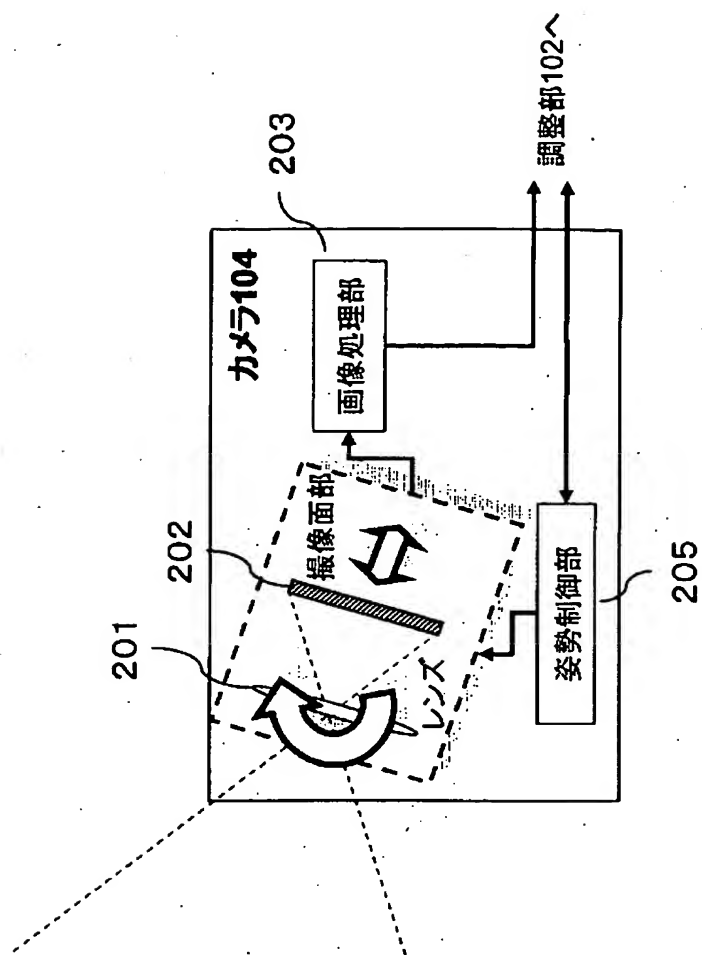


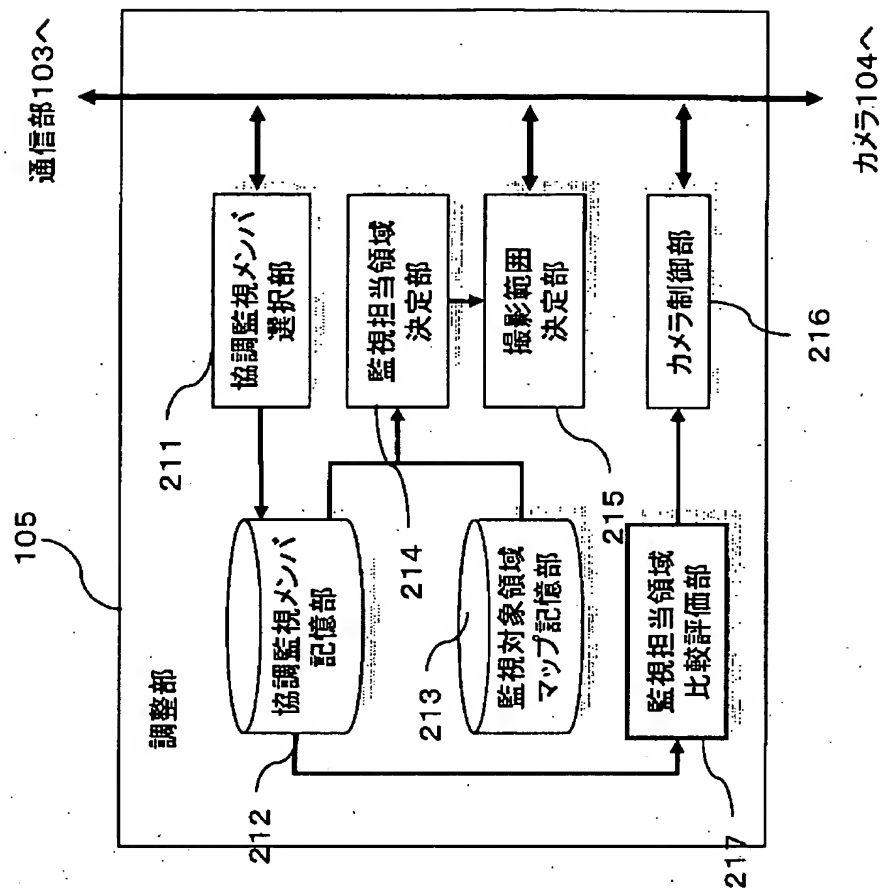
(c)

【図 1 2】

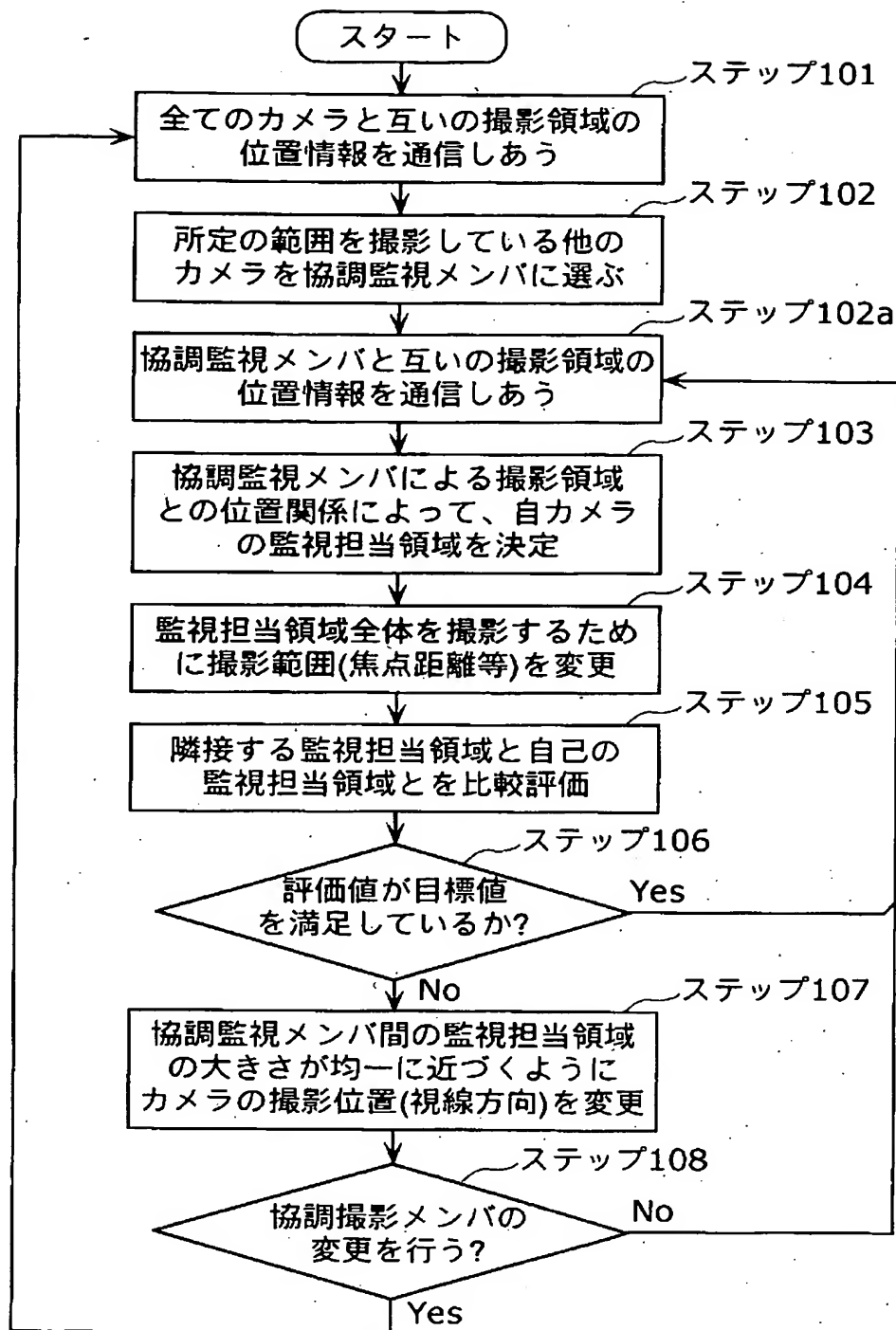


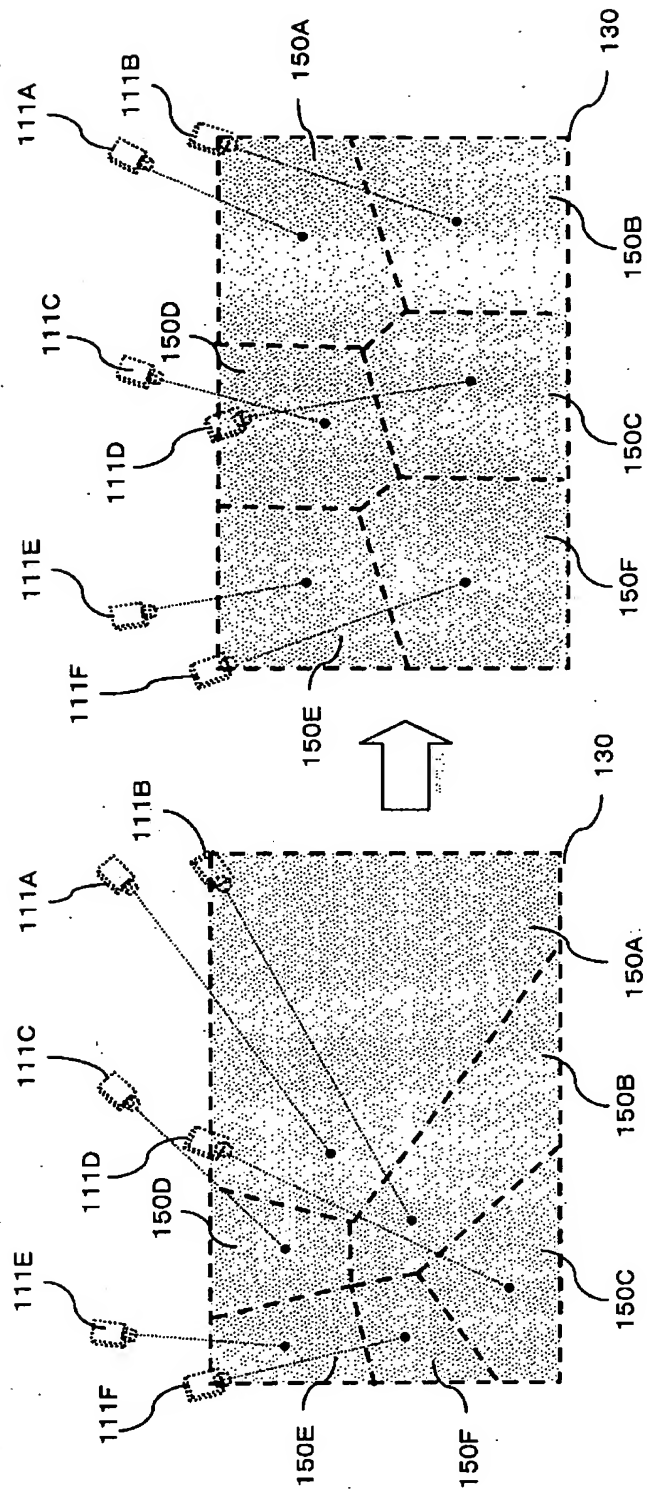
【図 13】





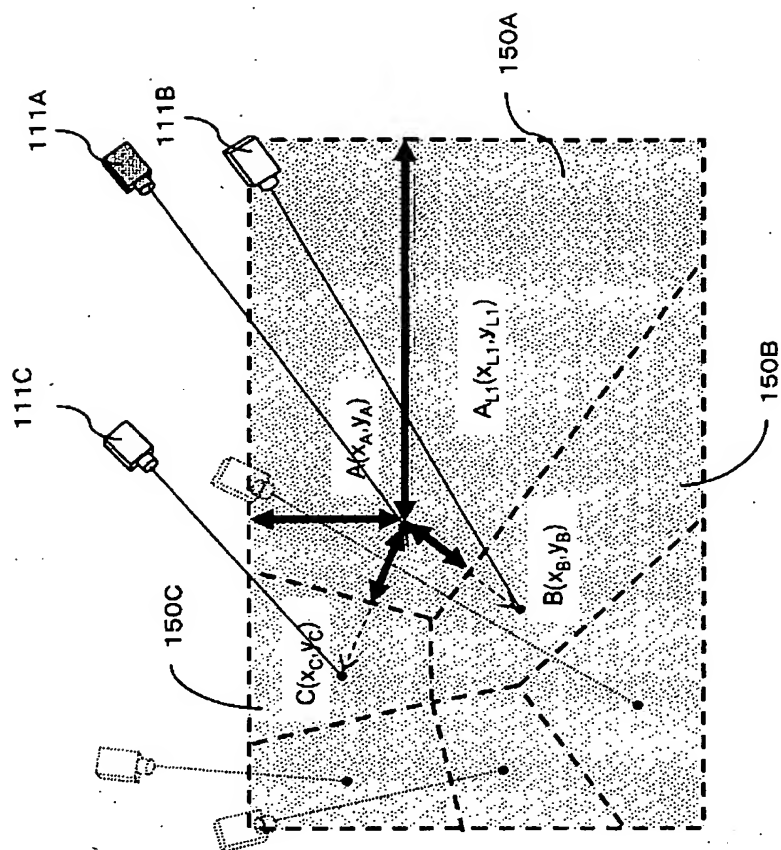
【図15】

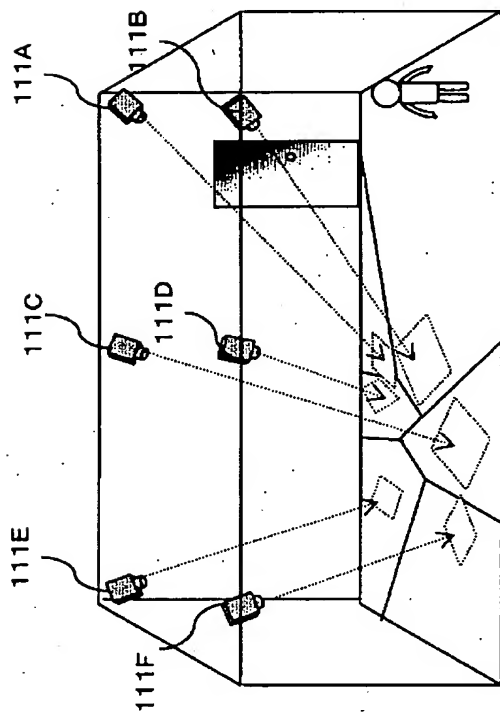




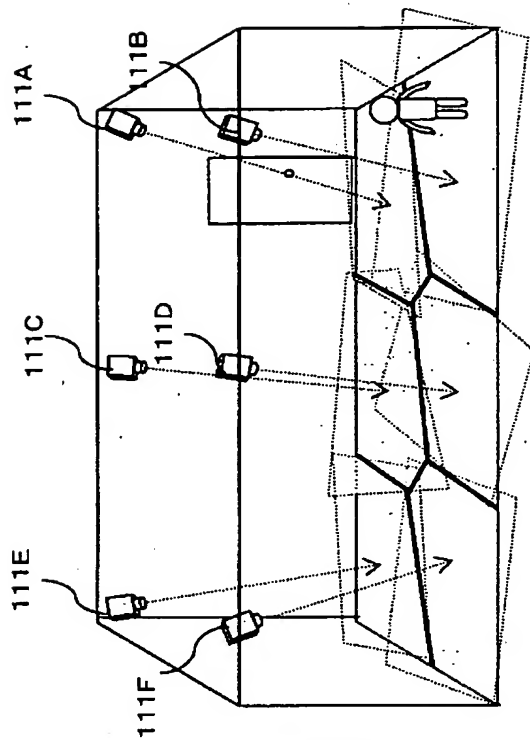
(a)

(b)

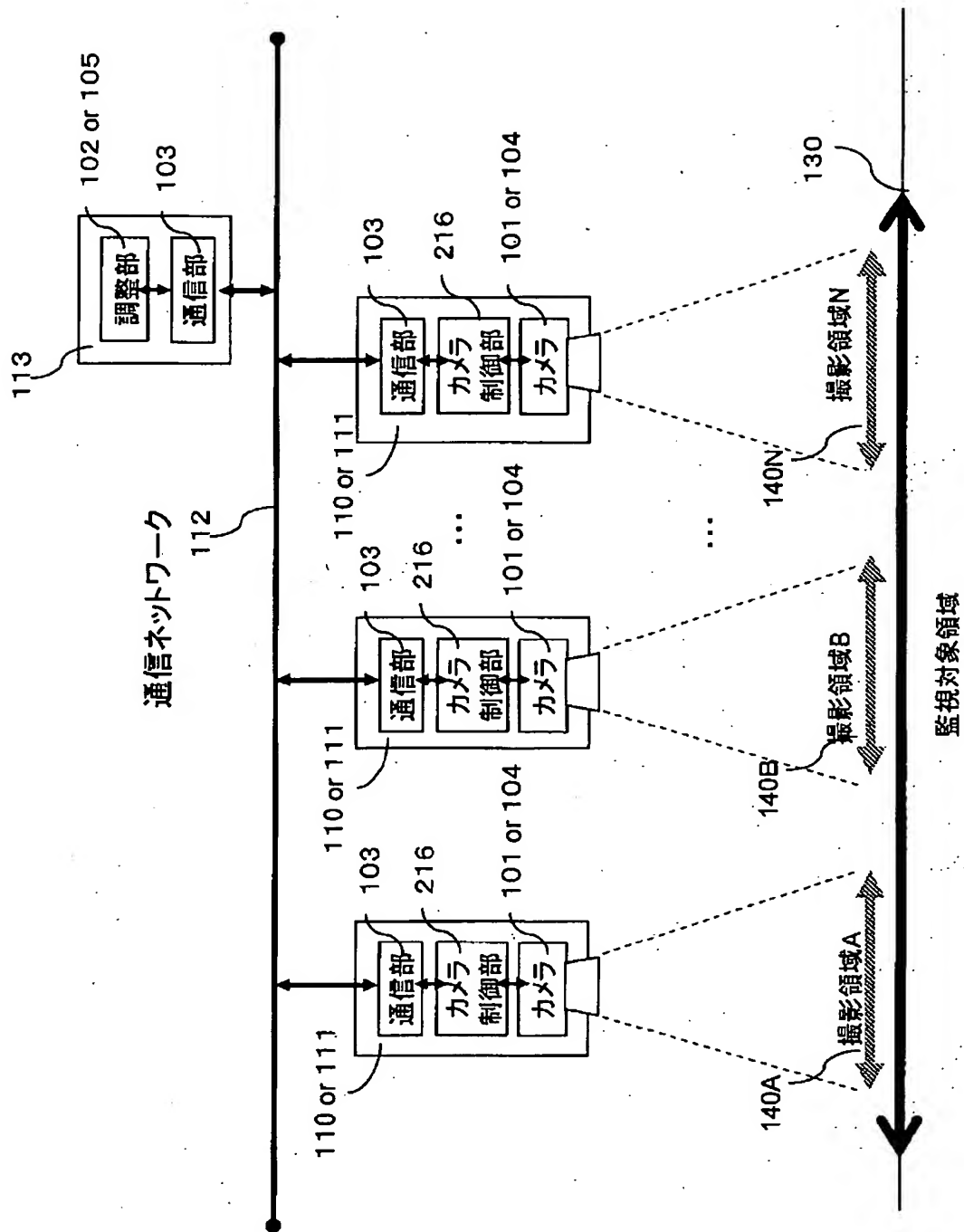


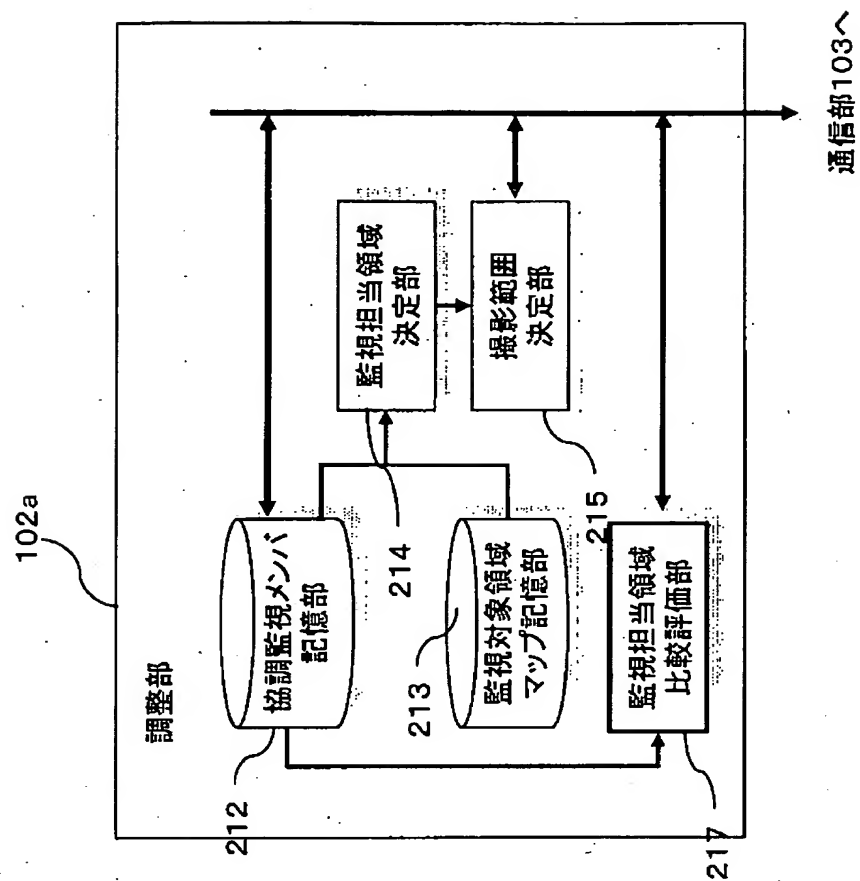


(a)

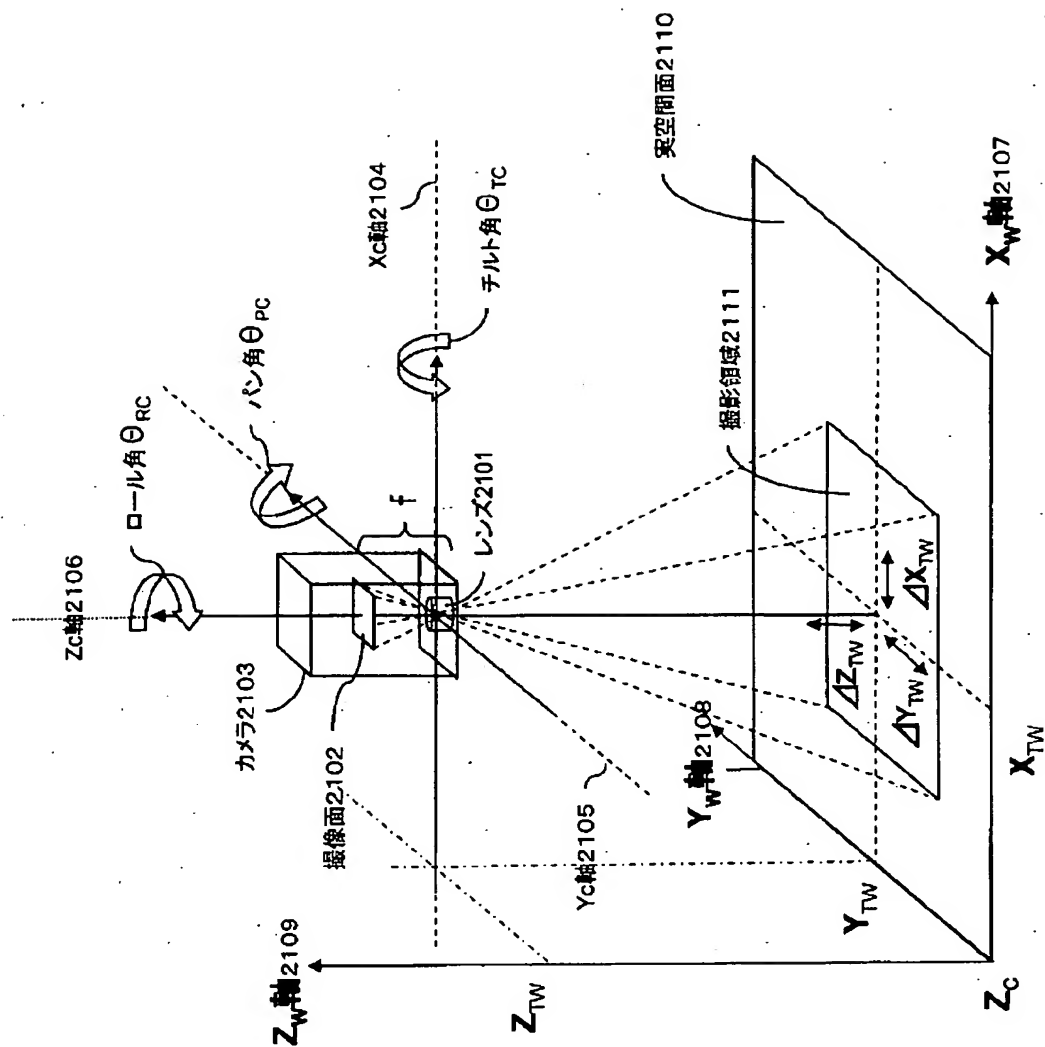


(b)

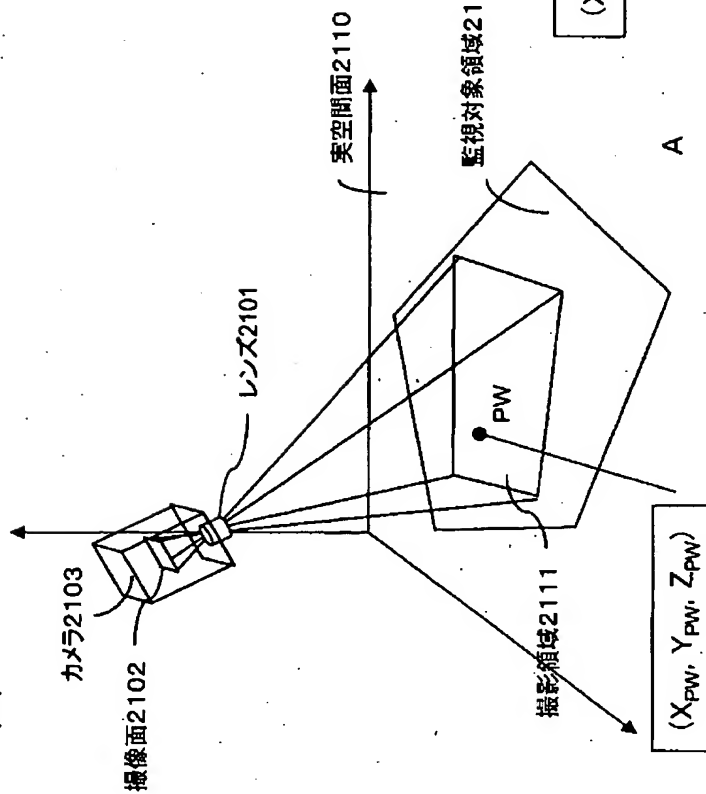




【図 21】

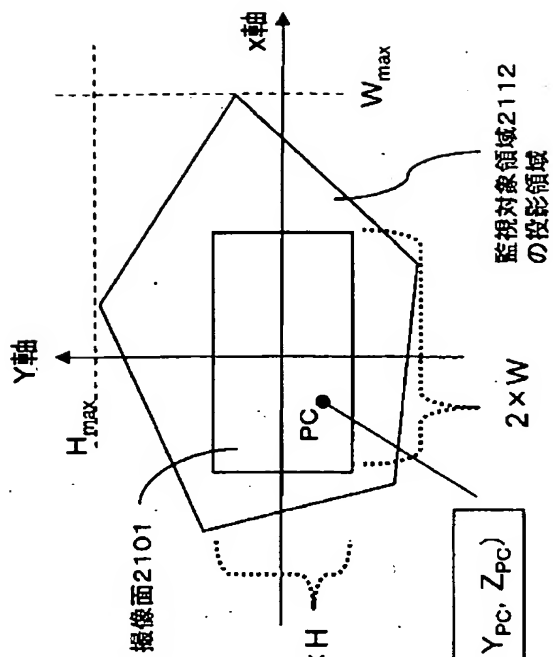


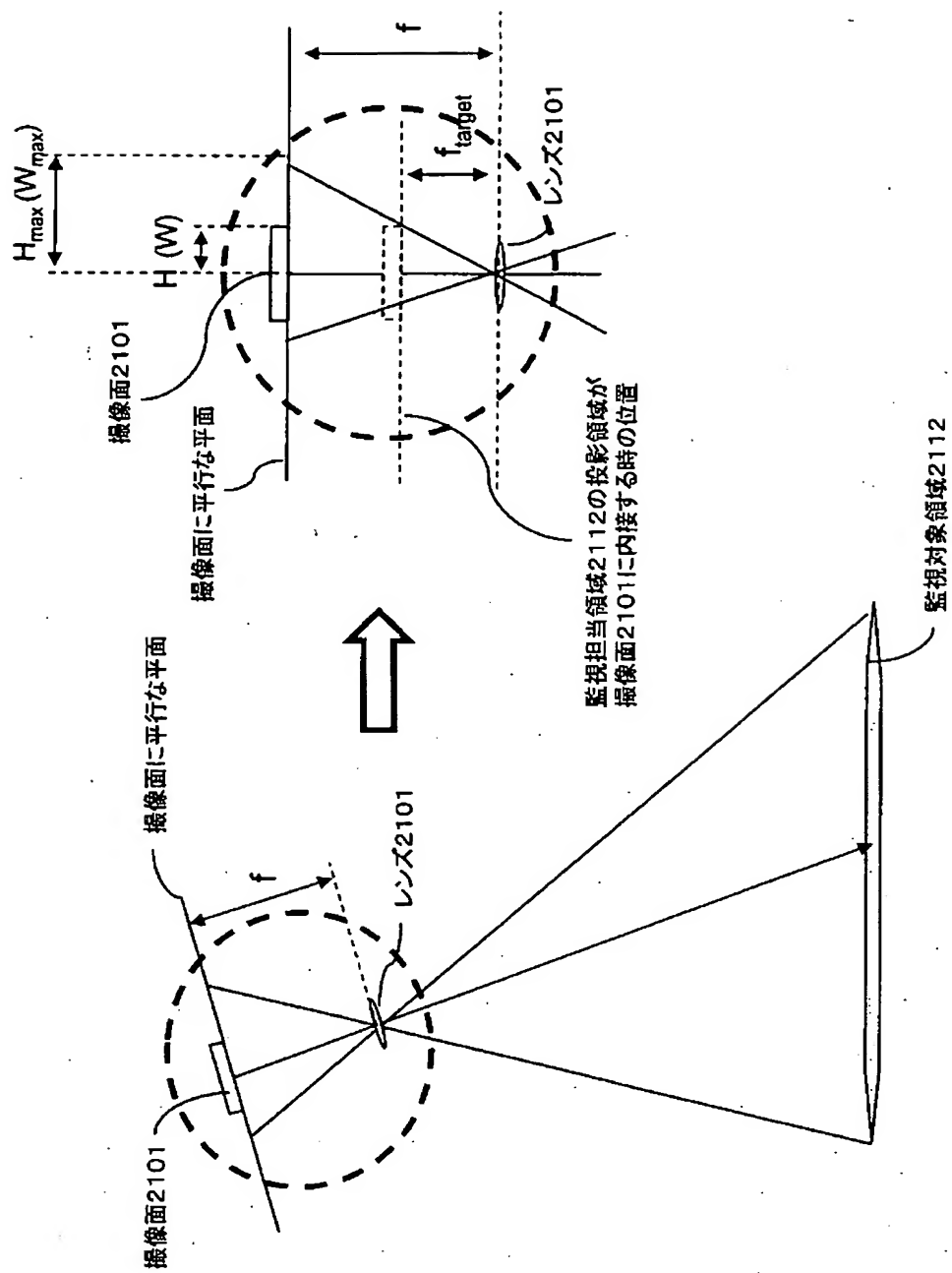
(a)



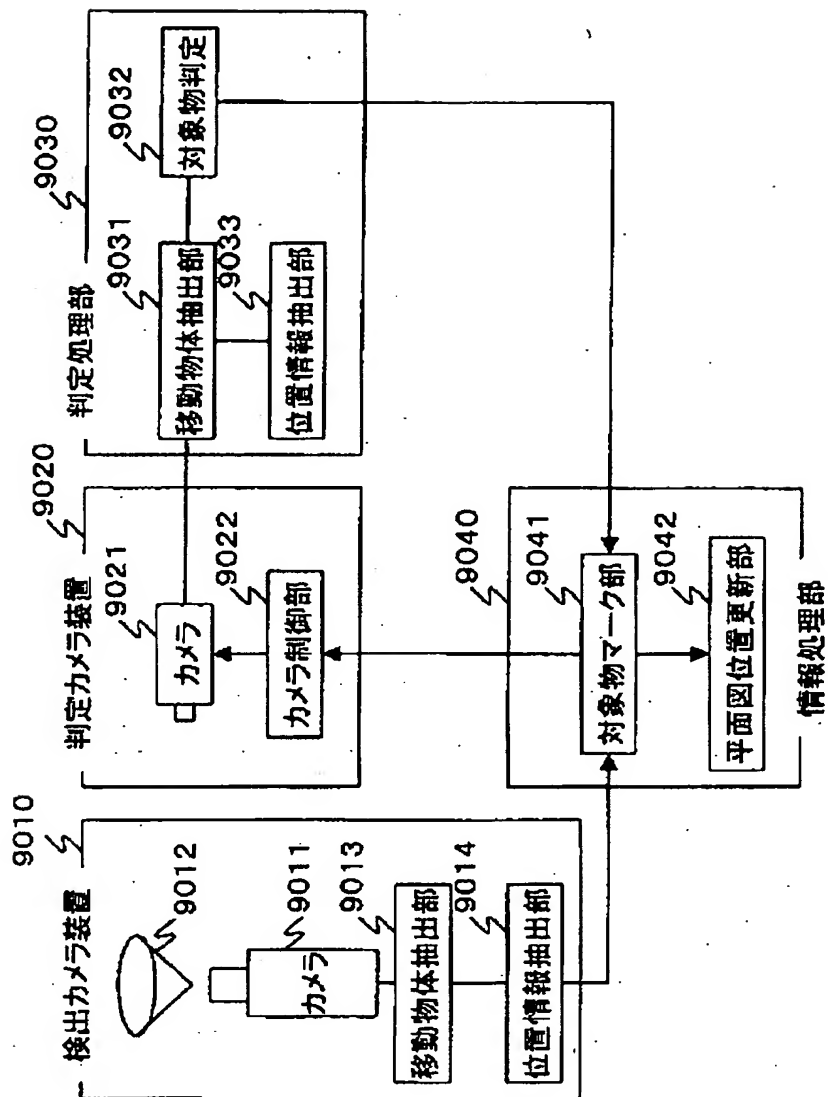
(b)

撮像面に平行な平面

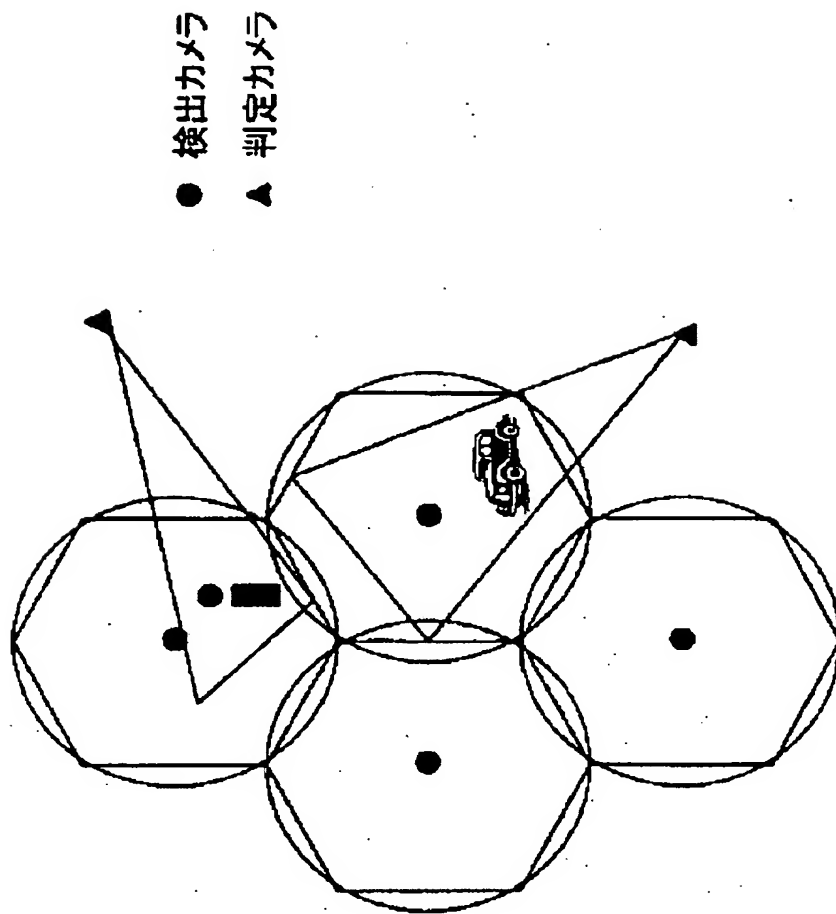




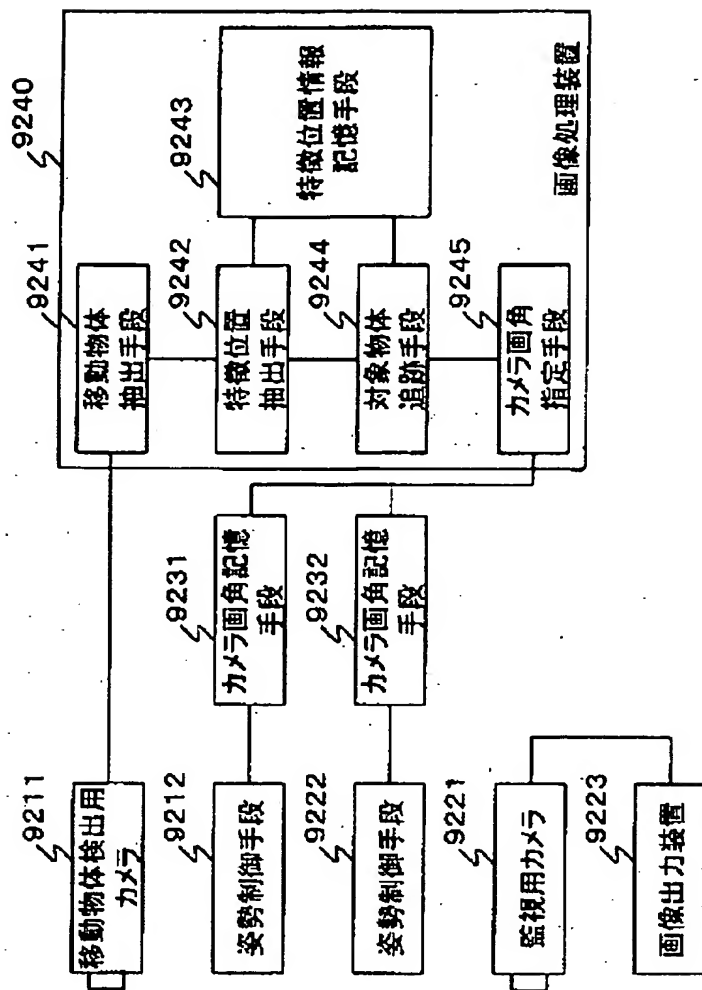
【図 2 4】



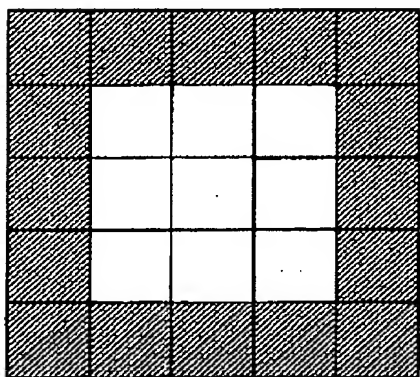
【図 25】



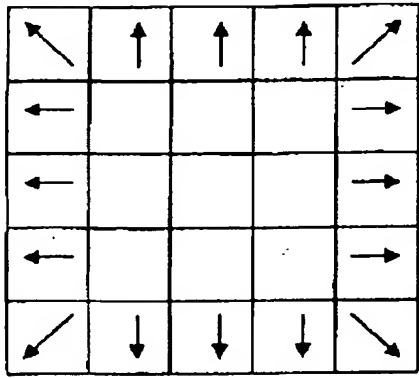
【図 26】



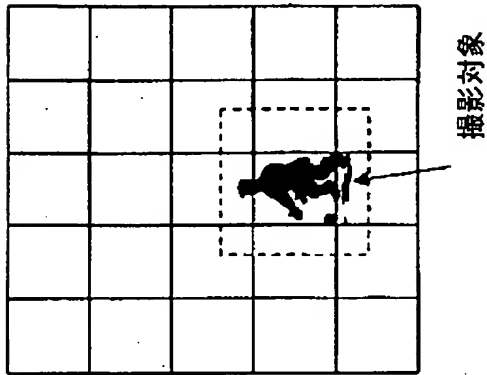
【図 27】



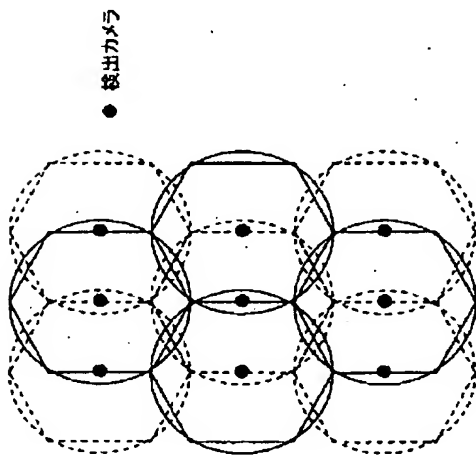
【図 28】



【図 29】



【図 30】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 カメラの振る舞いを記述したテーブルの必要がなく、かつ、故障等により一部のカメラが停止した場合であってもシステム全体としては監視対象領域をくまなく撮影し続けるカメラ端末等を提供する。

【解決手段】 複数のカメラ端末が協調して動作することによって監視対象領域を撮影する監視システムにおける１台のカメラ端末１１０であって、撮影領域の位置と撮影範囲を変更する機能を有するカメラ１０１と、撮影領域の位置と撮影範囲とを特定する情報を他のカメラ端末と送受信する通信部１０３と、通信部１０３で受信された他のカメラ端末からの情報に基づいて、自カメラ端末の監視担当領域が他のカメラ端末の監視担当領域または監視対象領域の境界線と隙間なく隣接するように自カメラ端末の監視担当領域を決定するとともに、監視担当領域全体が撮影されるように撮影領域の位置または撮影範囲を制御する調整部１０２とを備える。

【選択図】 図１

出願人履歴

000005821

19900828

新規登録

大阪府門真市大字門真1006番地
松下電器産業株式会社